

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
7. April 2005 (07.04.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/030333 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **A61P 25/28**,  
25/14, 25/16, 3/10, 25/08, 9/10, 25/00, A61K 31/55, C07D  
491/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2004/000309

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. September 2004 (09.09.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
A 1538/2003 29. September 2003 (29.09.2003) AT  
A 1174/2004 12. Juli 2004 (12.07.2004) AT

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SANOCHEMIA PHARMAZEUTIKA AG [AT/AT]; Boltzmanngasse 11, A-1090 Wien (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CZOLLNER, Laszlo [AT/AT]; Wiener Neustädter Strasse 28, A-2490 Ebenfurth (AT). KÄLZ, Beate [AT/AT]; Gartengasse 21/5/1, A-7035

Steinbrunn (AT). WELZIG, Stefan [AT/AT]; Boerhaavegasse 8a/2/617, A-1030 Wien (AT). FRANTSITS, Werner, J. [AT/AT]; Nothartgasse 19, A-1130 Wien (AT). JORDIS, Ulrich [AT/AT]; Hasenauerstrasse 61, A-1180 Wien (AT). FRÖHLICH, Johannes [AT/AT]; Raitlstrasse 93, A-2392 Dornbach/Wienerwald (AT).

(74) Anwälte: BEER, Manfred usw.; Lindengasse 8, A-1070 Wien (AT).

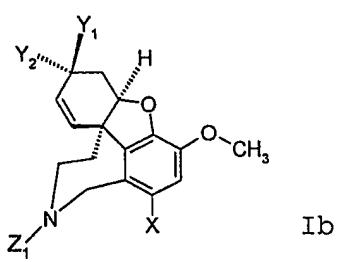
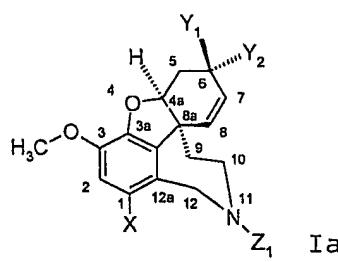
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

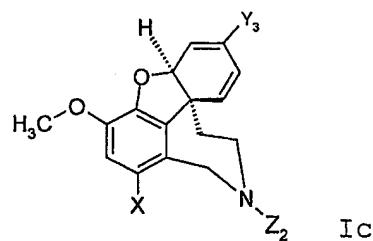
*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) Title: NOVEL DERIVATIVES OF 4A,5,9,10,11,12-HEXAHYDROBENZOFURO[3A,3,2] [2]- BENZAZEPINE, METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF AND USE THEREOF IN THE PRODUCTION OF MEDICAMENTS

(54) Bezeichnung: NEUE DERIVATE DES 4A,5,9,10,11,12-HEXAHYDROBENZOFURO[3A,3,2] [2]- BENZAZEPIN, VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG SOWIE DEREN VERWENDUNG ZUR HERSTELLUNG VON ARZNEIMITTELN



Ib



Ic

(57) Abstract: The invention relates to novel derivatives of 4a,5,9,10,11,12-hexahydro-benzofuro[3a,3,2] [2]benzazepine of general formulae 1a, 1b and 1c. Compounds 1a, 1b and 1c can be produced in an efficient manner on an industrial scale with the desired optical purity and are suitable for the production of medicaments for the treatment of a diverse range of symptoms, particularly diseases of the central nervous system (CNS), on account of the pharmacological effect thereof.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft neue Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-benzofuro[3a,3,2] [2]benzazepin mit den allgemeinen Formeln 1a, 1b und 1c. Die Verbindungen 1a, 1b und 1c lassen sich nicht nur in effizienter Weise mit der gewünschten optischen Reinheit im Industriemassstab

herstellen sondern sie eignen sich aufgrund ihrer pharmakologischen Wirkung auch für die Herstellung von Arzneimitteln für die Behandlung verschiedenster Krankheitsbilder, insbesondere von Erkrankungen des zentralen Nervensystems (ZNS).

WO 2005/030333 A2



EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Neue Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydrobenzofuro[3a,2]2]-benzazepin, Verfahren zu deren Herstellung sowie deren Verwendung zur Herstellung von Arzneimitteln

Die Erfindung betrifft neue Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-benzofuro[3a,2]2]benzazepin, Verfahren zu deren Herstellung sowie deren Verwendung zur Herstellung von Arzneimitteln.

Zu dem eingangs genannten Verbindungstyp zählen unter anderem auch Galanthaminderivate.

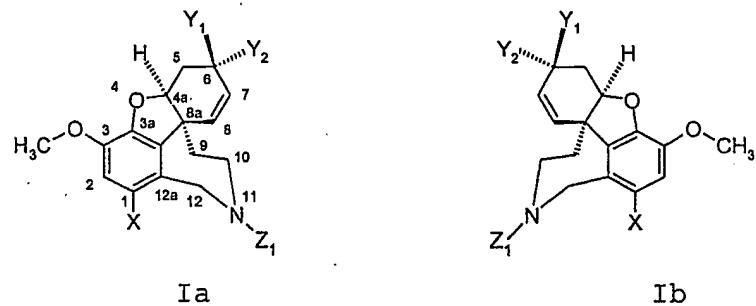
Galanthamin ist ein tetracyclisches Alkaloid, welches zur Gruppe der reversibel wirkenden Cholinesterasehemmstoffe gehört und auch als Wirkstoff in der Alzheimertherapie - siehe Neurologist 9, 235, 2003; Clinical Geriatrics 9(11), 55, 2001 - Anwendung findet. Es ist weiters aus der Literatur bekannt, dass Strukturanaloga des natürlich vorkommenden Galanthamin unterschiedliche chemische Eigenschaften aufweisen - siehe Proc. Chem. Soc. 357, 1964. Somit führt eine Veränderung der räumlichen Anordnung von Substituenten an einem asymmetrischen Kohlenstoffatom zu einer signifikanten Änderung der pharmakologischen Eigenschaften - siehe Farmakol. Alkaloidov Serdech. Glikozidov 96, 1971, Russ. Hinsichtlich pharmakologische Eigenschaften ist insbesondere die räumliche Anordnung am Kohlenstoff 6 des Galanthamin-Grundkörpers maßgeblich. ....

Trotzdem eine Vielzahl von Verfahren zur Herstellung von Galanthamin bekannt ist, war es bisher nicht möglich, optisch aktive Derivate der vorgenannten 6-Epianaloga von natürlich vorkommenden oder synthetischem Galanthamin herzustellen, weil die zur Synthese benötigten optisch aktiven Zwischenprodukte, das sind 11-Demethyl-6-epigalanthamine, nicht zugänglich waren. Chirale Trennungen des 11-Demethyl-Galanthamin und 11-Demethyl-Bromgalanthamin sind beispielsweise in der WO-A-96/12692, WO-A-97/40049 und WO-A-01/74820 beschrieben. Das (-)-11-Demethyl-Galanthamin kann aus Pflanzenextrakt - sieh Nat. Prod. Sci. 4, 148, 1998 - oder auf synthetischem Weg - siehe US-A-5958903, WO-A-03/080623, WO-A-97/03987) - aus

(-)-Galanthamin erhalten werden. Lediglich aus Phytochemistry 34, 1656, 1993 ist es bekannt, im Milligrammbereich ein racemisches Gemisch eines 1-Brom-Derivates von 11-Demethyl-epigalanthamin aus einem Pflanzenextrakt zu gewinnen.

Der Erfundung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Beitrag für die Bereitstellung von (+) und auch (-) -11-Demethyl-6-epigallocatechamin zu liefern, welcher auch eine effiziente Verwendung im Industriemaßstab ermöglichen soll.

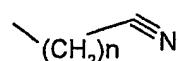
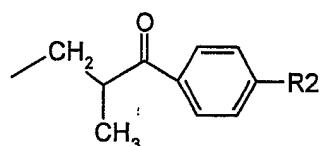
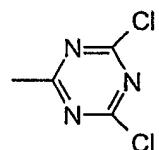
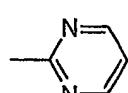
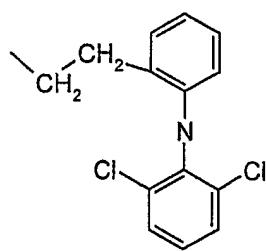
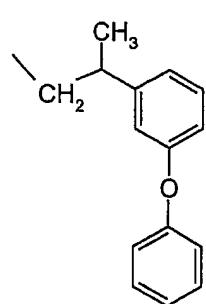
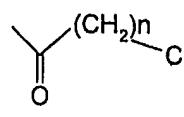
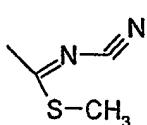
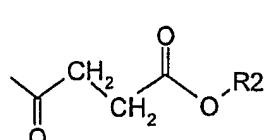
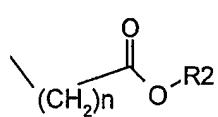
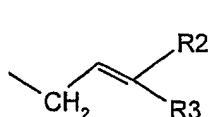
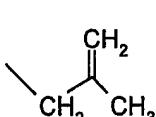
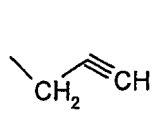
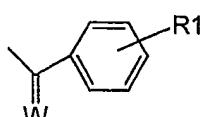
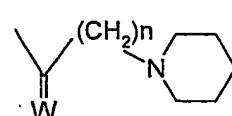
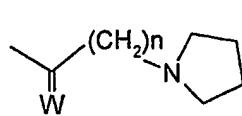
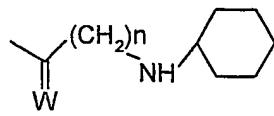
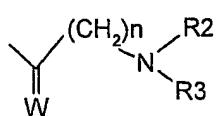
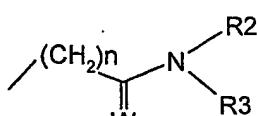
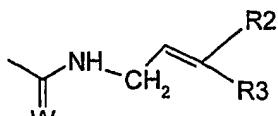
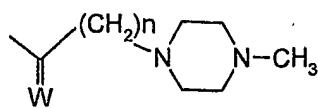
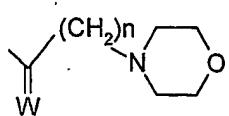
Erfundungsgemäß werden neue Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-benzofuro[3a,3,2][2]benzazepin mit der allgemeinen Formel Ia bzw. Ib



sowie deren Salze vorgeschlagen, wobei

- Ia optisch-aktive (-)-Derivate des Galanthamin und Ib optisch-aktive (+)-Derivate des Galanthamin sind, die in zu einander spiegelbildlich räumlicher Anordnung vorliegen, und worin
- $Y_1$  und  $Y_2$  wechselweise H oder OH,
- X = H oder Br sind und
- $Z_1$  = eine Gruppe mit folgender Formeldarstellung

3

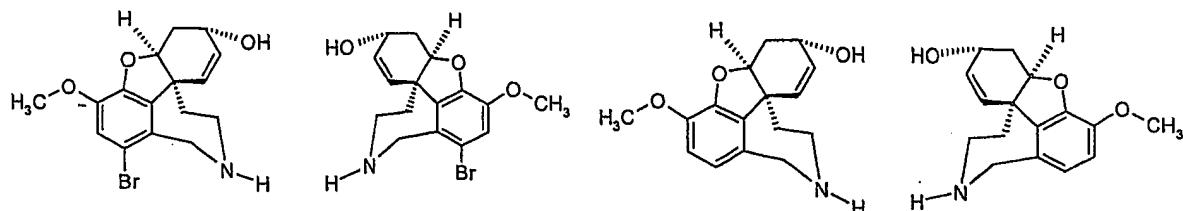


ist, worin

- $R_1 = H, Cl, Br, J, F, OH$ , geradkettiges oder verzweigtes ( $C_1-C_6$ ) alkyl, geradkettiges oder verzweigtes ( $C_1-C_6$ ) alkyloxy,  $NO_2$ ,  $NR_2R_3$ ,
- $R_2 = R_3 = H$ , geradkettiges oder verzweigtes ( $C_1-C_6$ ) alkyl
- $W = H, O, S$
- $n = 0, 1-6$  sind,

und worin

- $Z_1$  gleich H ausschließlich für die Verbindungen **1, 3, 13** und **24**



1

3

13

24

ist, wobei die Verbindungen **1** und **13** (-)-Derivate des 6-Epi-Norgalanthamins und die Verbindungen **3** und **24** (+)-Derivate des 6-Epi-Norgalanthamins sind, und worin

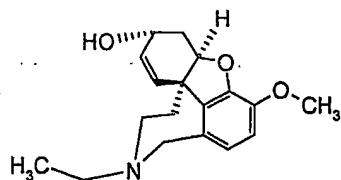
- $Z_1$  ausschließlich für die Verbindung **29** gleich Hydroxypropyl



29

und

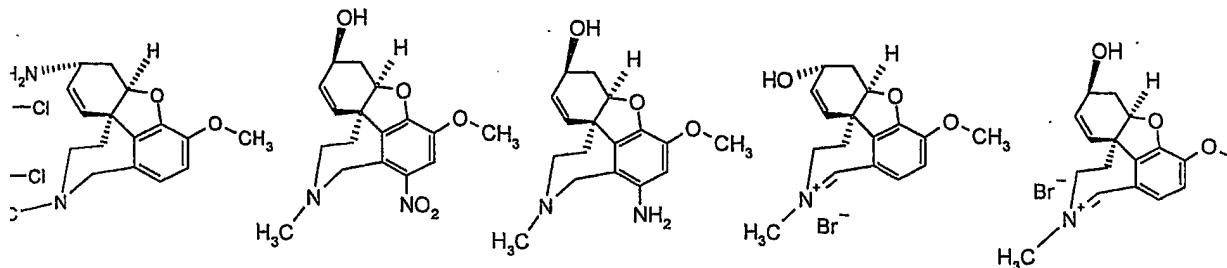
- $Z_1$  ausschließlich für die Verbindung **26** gleich Ethyl



26

und

- $Z_1$  ausschließlich für folgende Verbindungen



28

31 Stufe 1

31 Stufe 2

56

55

gleich Methyl ist, und

wobei die Verbindungen **29**, **31** und **55** (+)-Derivate des Galanthamin und die Verbindungen **26**, **28** und **56** (+)-Epi-Derivate des Galanthamin sind.

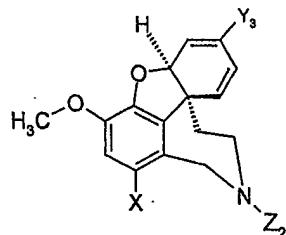
Erfindungsgemäß erfolgt die Herstellung der Verbindungen Ia und Ib durch Umwandlung von natürlichem und auch synthetischem 11-Demethyl-Galanthamin in die entsprechenden 6-Epianaloga. Durch Behandlung mit verdünnter Säure ist dieses Verfahren auch für die Herstellung von optisch aktiven Derivaten des 11-Demethyl-6-epigalanthamin geeignet, weil während der Herstellung nur die Konfiguration in der Position 6 geändert wird, wogegen die beiden anderen Asymmetriezentren 4a und 8a unverändert bleiben.

Ausgehend von diesen optisch aktiven Ausgangsmaterialien stellt die Erfindung ein effizientes und industriell anwendbares Verfahren zur Herstellung von optisch aktiven Derivaten des (-)-Epi-galanthamin und auch des optisch aktiven (+)-Epigalanthamin zu Verfügung. Durch Anwendung der Erfindung können nicht nur die in der Natur vorkommenden (-)-Derivate, sondern auch die in der Natur nicht vorkommenden (+)-Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydrobenzofuro[3a,3,2][2]benzazepin auf synthetischem Weg hergestellt werden.

Das erfundungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, dass die Konfigurationsumwandlungen sowohl bei den natürlichen als auch bei den in der Natur nicht vorkommenden Derivaten mit den optisch aktiven Analogen des Galanthamin und nicht mit den Analogen des 6-EpiGalanthamins durchgeführt werden. Durch diese Methode können nach einmaliger Racemattrennung alle 4 Derivate, nämlich N-

Demethyl-Analoge des (-)-Galanthamin, des (+)-Galanthamin sowie, (-)-6-Epigalanthamin und (+)-6-Epigalanthamin hergestellt werden.

Die Erfindung betrifft weiters neue Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-benzofuro[3a,3,2][2]benzazepin mit der allgemeinen Formel Ic



Ic

und deren Salze, worin

- X gleich H oder Br,
- Z<sub>2</sub> gleich H, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) alkyl, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>) alkenyl, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>) alkinyl und
- Y<sub>3</sub> gleich geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) alkyl, phenyl, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) alkylphenyl, nitrophenyl, chlorphenyl, bromphenyl, aminophenyl, hydroxyphenyl

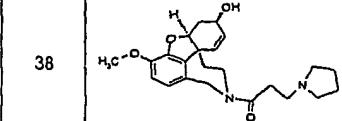
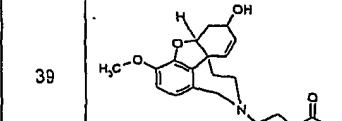
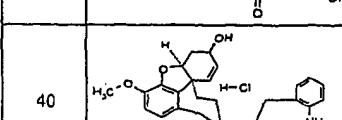
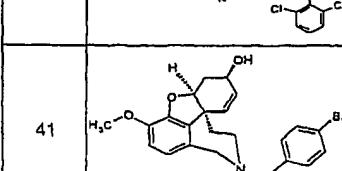
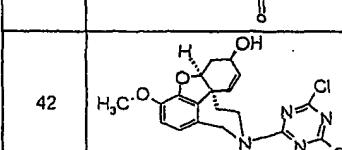
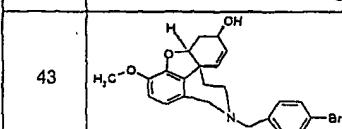
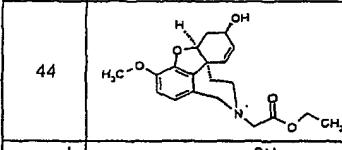
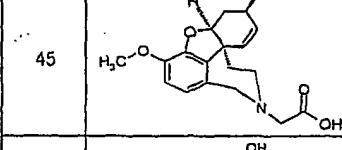
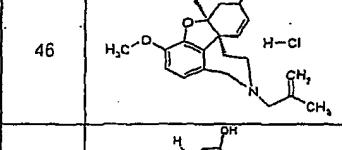
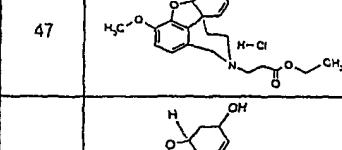
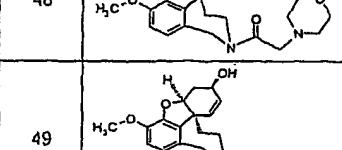
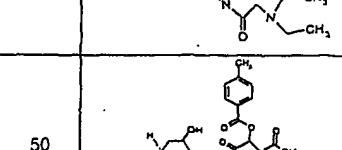
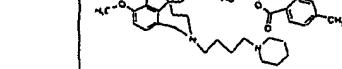
ist.

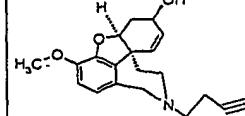
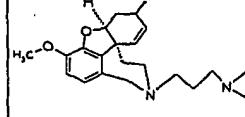
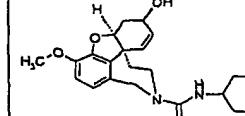
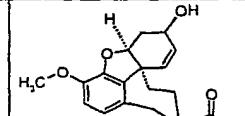
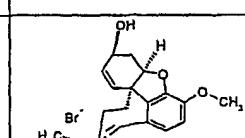
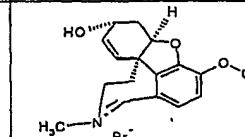
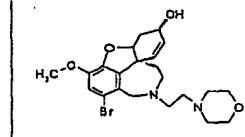
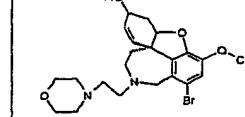
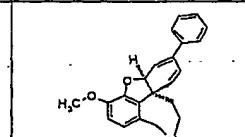
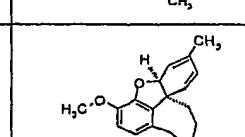
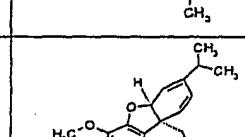
Die Verbindungen mit der allgemeinen Formel Ic sind insofern von Bedeutung als auch diese eine pharmakologische Wirkung zeigen, was aus folgender Übersichtstabelle zu ersehen ist, worin „AchE“ - Acetylcholinesterase, „BchE“ - Butyrylcholinesterase und IC<sub>50</sub> jene Konzentration bedeutet, bei der eine 50 %ige Hemmung eintritt.

Beispiel Nr	Struktur	stereo	Acetyl-cholinesterase IC-50 (µM)	Butyryl-cholinesterase IC-50 (µM)	Name
1		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8S)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol,
2		(-) epi	51	> 100	(4aS,6S,8aS)-1-Bromo-6-hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid allyl amide
3		(+) epi	> 100	> 100	(4aR,6R,8R)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol,
4		(+) epi	> 100	> 100	(4aR,6R,8aR)-1-Bromo-4a,5,9,10-tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid methyl amide
5		(+)	> 100	66	1-[(4aR,6S,8aR)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-3-(1-pyrrolidyl)propan-1-one
6		(+)	> 100	19	(4aR,6S,8aR)-11-Benzyl-1-bromo-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
7		(+)	89	> 100	1-[(4aR,6S,8aR)-1-Bromo-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-(4-methylpiperazinyl)ethan-1-one
8		(+)	> 100	31	(4aR,6R,8aR)-11-(3-(4-methylpiperazine-1-yl-propyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, Trihydrochloride
9		(+)	> 100	> 100	Methyl-4-((4aR,6S,8aR)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11-yl)gamma-oxo-butyrate
10		(+)	> 100	> 100	(4aR,6S,8aR)-11-(4-aminopropyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, Methansulfonate
11		(+)	> 100	> 100	(4aR,6S,8aR)-1-Bromo-4a,5,9,10-tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine-11(12H)-thiocarbonic acid methyl amide
12		(-)	> 100	11	(4aS,6R,8aS)-1-Bromo-6-hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid allyl amide

13		(-) epi	15	0,56	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
14		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid methylamide
15		(-) epi	84	> 100	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-11-(2-(morpholin-4-yl)-ethyl)-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
16		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(2-pyrimidinyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
17		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(2-methyl-prop-2-enyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
18		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-propargyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
19		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-benzoyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
20		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid allylamide
21		(-) epi	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10-Tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carboxamid
22		(-) epi	6	20	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(3-Methylbut-2-en-1-yl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
23		(-) epi	49	10	(4aS,6S,8aS)-1-Bromo-11-(4-bromobenzyl)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
24		(+) epi	> 100	> 100	(4aR,6R,8R)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
25		(+) epi	> 100	> 100	(4aR,6R,8aR)-4a,5,9,10-Tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carboxamid

26		(+)-epi	> 100	> 100	(4aR,6R,8aR)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-ethyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
27		(+)-epi	> 100	> 100	Methyl (4aR,6R,8aR)-N11-cyano-6-hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carboximidothioate
28		(+)-epi	> 100	> 100	(4aR,6R,8aR)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-methyl-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-amin, Dihydrochloride
29		(+)	> 100	> 100	(4aR,6S,8aR)-11-(3-hydroxypropyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
30		(+)	> 100	> 100	(4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine-11(12H)-carbothioamide
31		(+)	> 100	> 100	(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-benzoyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
32		(-)	0,1	0,36	2-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)-1-methyl-1-(3-phenoxyphenyl)-ethane Hydrochloride
33		(-)	27	> 100	(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-benzoyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
34		(-)	> 100	78	2-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)acetamide
35		(-)	0,19	0,4	3-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)-2-methyl-1-(4-methyl-phenyl)propan-1-one Hydrochloride
36		(-)	11	> 100	1-((4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)-2-(1-piperidyl)ethane-1-one
37		(-)	> 100	> 100	(4aS,6R,8aS)-3-methoxy-11-(2-pyrimidinyl)-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol

38		(-)	5,3	2,4	1-[(4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-3-(1-pyrrolidyl)propan-1-on
39		(-)	> 100	> 100	((4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11-yl)gamma-oxo-butyric acid
40		(-)	1,1	1,3	1-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)-2-(2,6-dichloranilino)-phenylethane
41		(-)	3,9	30	(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(4-bromo-benzoyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
42		(-)	> 100	> 100	(4aS,6R,8aS)-11-(4,6-dichloro-1,3,5-triazin-2-yl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
43		(-)	0,016	0,0006	(4aS,6R,8aS)-11-(4-Bromobenzyl)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
44		(-)	8,8	42	Ethyl-2-((4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)acetate
45		(-)			2-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)acetic acid
46		(-)	1,1	0,34	(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(2-methyl-prop-2-enyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, Hydrochloride
47		(-)	2,6	51	Ethyl-3-((4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)propanoate, Hydrochloride
48		(-)	4,9	3,8	1-[(4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-(4-morpholinyl)ethan-1-on
49		(-)	5,6	40	1-[(4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-(diethylamino)ethan-1-on
50		(-)	0,036	0,61	(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-[3-(1-piperidinyl)butyl]-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, (+) Di-O-p-toloyl tartrate

51		(-)	33	57	3-((4aS,6R,8aS)-1-bromo-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)propanenitrile
52		(-)	1,3	2,1	(4aS,6R,8aS)-11-((3-dimethylamino)propyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
53		(-)	1,3	> 100	(4aS,6R,8aS)-N11-cyclohexyl-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carbonic acid isopropylamide
54		(-)	51	> 100	1-[(4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-chloroethan-1-one
55		(+)	> 100	> 100	(4aR, 6S, 8aR)-6-Hydroxy-3-methoxy-11-methyl-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-benzofuro[3a, 3, 2-ef][2]benzazepinium Bromide
56		(+) epi	> 100	> 100	(4aR, 6R, 8aR)-6-Hydroxy-3-methoxy-11-methyl-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-benzofuro[3a, 3, 2-ef][2]benzazepinium Bromide
57		(-)	>100	2,7	(4aS,6R,8aS)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-11-(2-(morpholin-4-yl)ethyl)-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
58		(+)	>100	53	(4aR,6R,BaRS)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-11-(2-(morpholin-4-yl)ethyl)-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol
59		(-)	52	25	(4aS,8aS)-D5,6-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-11-methyl-3-methoxy-6-phenyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine
60		(-)	80	200	(4aS,8aS)-D5,6-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-6,11-dimethyl-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine
61		(-)	>100	9	(4aS,8aS)-D5,6-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-6-(isopropyl)-11-methyl-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine

Anhand der  $IC_{50}$  - Werte lässt sich die pharmakologische Wirkung der erfindungsgemäßen Verbindungen Ia, Ib sowie Ic nachweisen.

Demgemäß betrifft die Erfindung ebenso Arzneimittel, welche eine oder mehrere der erfindungsgemäßen Verbindungen Ia, Ib oder Ic als pharmazeutischen Wirkstoff enthalten.

Die Erfindung betrifft weiters die Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der Alzheimer'schen Krankheit und verwandter Demenzzustände, für die Behandlung der Parkinson'schen Krankheit, der Huntington'schen Krankheit (Chorea), für die Behandlung von Multipler Sklerose oder amyotropher Lateralsklerose, für die Behandlung von Epilepsie, von Folgen eines Schlaganfalls oder eines Schädel-Hirn-Traumas, für die Behandlung und Prophylaxe der Folgen diffusen Sauerstoff- und Nährstoffmangels im Gehirn, wie sie nach Hypoxie, Anoxie, Asphyxie, Herzstillstand, Vergiftungen, nach einer Narkose sowie nach Komplikationen bei schweren Geburten am Säugling beobachtet werden, für die prophylaktische Behandlung apoptotischer Degeneration in Neuronen, die durch lokale Radio- oder Chemotherapie von Gehirntumoren geschädigt wurden bzw. werden.

Die Erfindung betrifft weiters die Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der bakteriellen Meningitis, für die Behandlung von Erkrankungen mit apoptotischer Komponente, besonders im Gefolge von amyloid-assoziierter Zelldegeneration sowie für die Behandlung von Diabetes mellitus, insbesondere, wenn die Krankheit mit Amyloiddegeneration der Inselzellen einhergeht.

Weiters betrifft die Erfindung die Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung oder präventive Behandlung

von postoperativem Delir und/oder subsyndronalem postoperativem Delir.

Die folgenden Beispiele zeigen mögliche Synthesewege zur Bereitstellung der erfindungsgemäßen Verbindungen Ia, Ib und Ic:

**Beispiel 1**

(4aS,6S,8S)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=Br$ ,  $Z_1=H$ )

20 g (-)-Brom-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, werden in 800 ml 2 % HCl-Lösung unter Rückflusskühlung bei Siedetemperatur gerührt. Nach 3 Stunden wird die Reaktionsmischung abgekühlt, mit Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x300 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten org. Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet. Das Trocknungsmittel wird abfiltriert und das Filtrat in Vakuum eingedampft.

Ausbeute: 14,9 g (75 % d. Th)

Smp: 198-203 °C

$R_f$ : 0,25 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

$^1H$ -NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  6.85 (s, 1H), 6.10 (d, 1H), 5.82 (d, 1H), 4.59 (m, 2H), 4.49 (d, 1H), 3.83 (d, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.30 (dd, 1H), 3.22 (dt, 1H), 2.72 (d, 1H), 1.88 (m, 2H), 1.71 (t, 1H);  
 ATP-NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  146.8 (s) 143.9 (s) 134.2 (s), 132.4 (d), 131.5 (s), 126.3 (d), 115.4 (d), 112.5 (s), 88.6 (d), 62.7 (d), 56.2 (q), 52.4 (t), 49.2 (s), 46.9 (t) 40.6 (t), 32.1 (t);

**Beispiel 2**

(4aS,6S,8aS)-1-Bromo-6-hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid allylamide (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=Br$ ,  $Z_1=C_4H_5NS$ )

2,0 g (5,6 mmol) (-)-Epi-bromNorgalanthamin (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=Br$ ,  $Z_1=H$ ) werden in 60 ml Tetrahydrofuran gelöst, mit 0,6 ml Allylisothiocyanat versetzt und unter Rückflusskühlung bei 60 °C

gerührt. Nach 40 Stunden wird das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert und der Rückstand aus Chloroform n-Hexan kristallisiert.

Ausbeute: 2,28 g (76 % d. Th)

Smp: 199-207 °C

R<sub>f</sub>: 0,75 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.88 (s, 1H), 6.05 (d, 1H), 5.90 (m, 2H), 5.53 (d, 1H), 5.19 (d, 1H), 5.10 (d, 1H), 4.64 (b, 2H), 4.50 (d, 1H), 4.31 (m, 1H), 4.19 (m, 1H), 3.88 (s, 3H), 3.55 (t, 1H), 2.77 (m, 1H), 2.30 (t, 1H), 2.08 (b, 1H), 1.92 (d, 1H), 1.78 (dt, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 180.8 (s), 148.2 (s) 145.7 (s) 134.3 (s), 133.9 (d), 133.5 (d), 125.7 (d), 125.3 (s), 117.9 (s), 115.4 (d), 112.3 (s), 89.0 (d), 63.3 (d), 56.7 (q), 52.0 (d), 49.5 (2t), 49.3 (s), 36.8 (t), 32.3 (t);

### Beispiel 3

(4aR,6R,8aR)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=Br, Z<sub>1</sub>=H)

20 g (+)-Brom-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, werden in 800 ml 2 % HCl-Lösung unter Rückflusskühlung bei der Siedetemperatur gerührt. Nach 3 Stunden wird die Reaktionsmischung abgekühlt, mit cc Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x300 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet. Das Trocknungsmittel wird abfiltriert und das Filtrat in Vakuum eingedampft.

Ausbeute: 15,5 g (78 % d. Th)

Smp: 103-205 °C

R<sub>f</sub>: 0,25 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.88 (s, 1H), 6.07 (d, 1H), 5.82 (d, 1H), 4.59 (m, 2H), 4.51 (d, 1H), 3.83 (d, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.28 (d, 1H), 3.22 (t, 1H), 2.78 (d, 1H), 1.91 (m, 2H), 1.73 (t, 1H);

ATP-NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  146.8 (s) 143.9 (s) 134.2 (s), 132.4 (d), 131.5 (s), 126.3 (d), 115.4 (d), 112.5 (s), 88.6 (d), 62.7 (d), 56.2 (q), 52.4 (t), 49.2 (s), 46.9 (t) 40.6 (t), 32.1 (t);

#### Beispiel 4

(4aR,6R,8aR)-1-Bromo-4a,5,9,10-tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro-[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid methylamide (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=Br, Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>NS)

1,96 g (+)-Epi-bromNorgalanthamin (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=Br, Z<sub>1</sub>=H) und 0,7 g Methylisothiocyanat werden in 50 ml Toluol bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 16 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und mit 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 1,4 g (54 % d. Th)

Smp: 80-88 °C

R<sub>f</sub>: 0,45 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO):  $\delta$  8.35 (b, 1H, N-H), 6.99 (s, 1H), 6.01 (b, 1H), 5.72 (d, 1H), 4.98 (d, 1H), 4.61 (b, 1H), 4.29 (m, 1H), 3.79 (d, 1H), 3.74 (s, 3H), 2.90 (d, 3H), 2.51 (d, 1H), 2.48 (t, 1H), 1.98 (t, 1H), 1.81 (m, 2H), 1.65 (t, 1H);  
 ATP-NMR (DMSO):  $\delta$  182.0 (s), 147.7 (s) 144.6 (s) 134.4 (s), 133.8 (d), 128.6 (s), 126.8 (d), 116.4 (d), 113.5 (s), 88.5 (d), 62.0 (d), 56.8 (q), 49.2 (t), 40.0 (s), 36.5 (t) 33.7 (q), 32.4 (t);

#### Beispiel 5

1-[(4aR,6S,8aR)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-3-(1-pyrrolidyl)propan-1-on (Ib Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=C<sub>7</sub>H<sub>12</sub>NO)

2,0 g (+)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 1,0 ml Triethylamin und 0,6 ml 3-Brompropionsäurechlorid werden in 100 ml Tetrahydrofuran bei 0 °C

gerührt. Nach 10 min wird die Reaktionsmischung mit 1,6 g Kaliumcarbonat und 0,6 ml Pyrrolidin versetzt und bei 90 °C weitergerührt. Nach 17 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand mit 50 ml Wasser und 50 ml Chloroform versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1) gereinigt.

Ausbeute: 1,88 g (69,3 % d. Th)

Smp: 80-85 °C

R<sub>f</sub>: 0,4 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.90 (s, 1H), 6.07 (dd, 1H), 5.18 (d, 1H), 4.59 (m, .2H), 4.31 (d, 1H), 4.18 (m, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.78 (d, 1H), 3.22 (t, 1H), 2.90 (m, 3H), 2.68 (m, 3H), 2.6-2.35 (m, 8H), 2.01 (dd, 1H), 1.89 (dt, 1H);

ATP-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 171.4 (s), 146.5 (s), 144.9 (s), 133.6 (s), 128.8 (d), 127.3 (s), 126.0 (d), 115.7 (d), 112.8 (s), 88.3 (d), 61.6 (d), 56.2 (q), 54.2 (2t), 51.8 (t), 51.4 (t) 49.0 (s), 44.5 (t), 35.6 (t), 33.0 (t), 29.6 (t) 23.4 (2t);

### Beispiel 6

4aR,6S,8aR)-11-Benzyl-1-bromo-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ib Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=C<sub>7</sub>H<sub>7</sub>)

2,0 g (+)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 4,0 g Kaliumcarbonat und 0,71 ml Benzylbromid werden in 40 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 3 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 60 ml Wasser und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=99:1) gereinigt.

Ausbeute: 1,76 g (69,8 % d. Th) gelbes Öl

R<sub>f</sub>: = 0,75 (Chloroform:MeOH=99:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 7.28 (m, 5H), 6.92 (s, 1H), 6.18 (d, 1H), 5.85 (dd, 1H), 4.59 (b, 1H), 4.35 (d, 1H), 4.12 (m, 2H), 3.78 (s, 3H), 3.64 (d, 1H), 3.55 (d, 1H), 2.98 (d, 1H), 2.52 (s, 2H), 2.27 (d, 1H), 2.09 (m, 2H);

ATP-NMR (DMSO): δ 146.9 (s), 144.6 (s), 139.7 (s) 135.0 (s), 129.5 (d), 129.5 (2d), 129.0 (2d), 128.7 (s), 127.7 (d), 127.4 /d), 116.3 (d), 113.3 (s), 87.7 (d), 60.5 (d), 56.7 (q), 56.4 (t) 51.2 (t), 49.3 (s), 39.9 (t) 34.2 (t), 31.6 (t);

### Beispiel 7

1-[ (4aR,6S,8aR)-1-Bromo-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-(4-methylpiperazinyl)ethan-1-on (Ib Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=C<sub>7</sub>H<sub>13</sub>N<sub>2</sub>O)

2,0 g (+)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 3,92 g Kaliumcarbonat werden in 50 ml Tetrahydrofuran gerührt und die Suspension mittels Eisbad auf 0 °C gekühlt. Nach dem Zutropfen von 0,48 ml Chloracetylchlorid wird noch 30 min bei 0 °C gerührt und danach 1,4 ml N-Methylpiperazin zugegeben. Nach 48 Stunden Rückfluss wird abkühlen gelassen, 150 ml Wasser zugegeben und mit 3x40 ml Ethylacetat ausgeschüttelt. Die vereinigten organischen Phasen werden mit Natriumsulfat getrocknet und eingedampft. Der Rückstand wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=95:4,5:0,5) gereinigt.

Ausbeute: 0,7 g (17,9 % d. Th.) weißer Schaum

R<sub>f</sub>: 0,42 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung =90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.88 (s, 1H), 6.05 (dd, 1H), 5.94 (d, 1H), 5.59 (d, 1H), 4.58 (b, 1H), 4.31 (d, 1H), 4.12 (t, 1H), 3.85 (s, 3H), 3.83 (d, 1H), 3.30 (d, 1H), 3.21 (m, 1H), 3.03 (d, 1H), 2.71 (d, 1H), 2.42 (m, 8H), 2.29 (s, 3H), 2.04 (dd, 1H), 1.95 (dd, 1H), 1.78 (d, 1H);

ATP-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 169.9 (s), 146.9 (s) 144.9 (s) 133.4 (s), 129.1 (d), 128.3 (s), 126.6 (d), 116.3 (d), 113.4 (s), 88.8 (d), 62.0 (d), 61.4 (t) 56.6 (q), 55.4 (2t), 53.7 (2t), 52.0 (s), 49.5 (t), 46.6 (q), 45.2 (t), 35.9 (t), 30.1 (t);

**Beispiel 8**

(4aR,6R,8aR)-11-(3-(4-methylpiperazine)-1-yl-propyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, Trihydrochloride (Ib  $Y_1=OH$ ,  $Y_2=H$ ,  $X=Br$ ,  $Z_1=C_7H_{17}N_2$ )

**Stufe 1**

2g (+)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 5,6 ml 1-Brom-3-Chlorpropan und 3,92g Kaliumcarbonat werden in 10 ml Acetonitril bei 80 °C 4,5 Stunden lang gerührt. Nach der Filtration des Kaliumcarbonats werden 70 ml Wasser zugesetzt, mit 2N HCl angesäuert und 2mal mit je 30 ml Ethylacetat extrahiert. Die wässrige Phase wird mit 2N Natriumhydroxid-Lösung basisch eingestellt und 2mal mit je 50 ml Dichlormethan ausgeschüttelt. Nach dem Abtrennen des Lösungsmittels verblieben 1,12g (46 % d. Th) gelbliches Öl. Das Produkt wurde sofort weiterverarbeitet.

**Stufe 2**

1,1g N-(3-Chlorpropyl)-(+)-Bromnorgalanthamin (Stufe 1), 2,85 ml N-Methylpiperazin und 2,1 g Kaliumcarbonat werden in 8 ml Acetonitril bei 90 °C 3 Stunden lang gerührt. Das Kaliumcarbonat wird abfiltriert, und die Lösung eingedampft. Die erhaltenen 2,27 g werden an 170 g Kieselgel mit dem Laufmittel Chloroform:Methanol:Ammoniak-Lösung=90:9:1 gesäult. Die produkthaltigen Fraktionen werden eingedampft, der Rückstand in 15 ml Ether gelöst und bei 0 °C mit etherischer HCl angesäuert. Nach dem Abfiltrieren und zweimaligem Waschen mit je 5 ml Ether wird das Produkt bei 30 °C im Vakuumtrockenschrank bei 50 mbar 16 Stunden getrocknet.

Ausbeute: 440 mg (32 % d. Th.) weiße Kristalle

Smp: 220-238 °C

$R_f$ : 0,37 (Chloroform:Methanol:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

$^1H$ -NMR (DMSO):  $\delta$  7.19 (s, 1H), 6.21 (d, 1H), 5.89 (d, 1H), 4.89 (d, 1H), 4.70 (b, 1H), 4.55 (d, 1H), 4.09 (b, 1H), 3.81 (s, 3H), 3,01-3.80 (m, 12H), 2.80 (m, 3H), 2.02 (s, 3H), 2.31 (m, 2H), 2.08 (m, 2H) 1,85 (b, 1H);

ATP-NMR (DMSO):  $\delta$  172.7 (s), 147.3 (s) 146.3 (s) 134.8 (s), 132.1 (d), 131.9 (d), 125.7 (d), 117.1 (d), 115.0 (s), 87.4 (d), 65.7

(2t), 65.0 (2t), 60.1 (d), 53.2 (q), 49.9 (d), 48.2 (d), 43.7 (s), 42.8 (q), 41.1 (d), 41.0 (d), 40.9 (d), 31.4 (t);

### Beispiel 9

Methyl-4-((4aR,6S,8aR)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11-yl)gamma-oxo-butyrate (Ib Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=C<sub>5</sub>H<sub>7</sub>O<sub>3</sub>)

#### Stufe 1:

2,0 g (+)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 1,18 ml Triethylamin und 0,6 g Bernsteinsäureanhydrid werden in 70 ml Tetrahydrofuran bei 75 °C intensiv gerührt. Nach 30 min wird die Reaktionsmischung abgekühlt, das Lösungsmitten im Vakuum abdestilliert, und der Rückstand mit 100 ml 2N HCl und mit 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt.

Ausbeute: 1,91 g gelblicher Schaum

#### Stufe 2:

1,91 g Schaum, wie gemäß Stufe 1 hergestellt, werden in 20 ml Methanol aufgelöst, mit 0,6 ml Dimethylsulfat versetzt und bei Raumtemperatur (RT) gerührt. Nach 24 Stunden wird das Reaktionsgemisch mit 50 ml Wasser und mit 40 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x30 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Ethylacetat) gereinigt.

Ausbeute: 0,54 g (24,3 % d. Th) farbloses Öl

R<sub>f</sub>: 0,35 (Ethylacetat)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 7.25 (s, 1H), 6.12 (d, 1H), 5.81 (m, 1H), 5.01 (d, 1H), 4.69 (d, 1H), 4.51 (d, 1H), 4.42 (m, 1H), 4.09 (m, 1H), 3.78 (s, 3H), 3.53 (s, 3H), 3.29 (m, 1H), 2.77 (m, 1H), 2.52 (m, 3H), 2.28 (d, 1H), 2.04 (m, 1H), 1.85 (m, 1H), 1.69 (m, 1H);

20

ATP-NMR (DMSO):  $\delta$  173.6 (s), 170.7 (s), 147.4 (s), 144.7 (s), 134.3 (s), 129.6 (d), 128.3 (s), 127.2 (d), 116.2 (d), 111.9 (s), 87.4 (d), 60.2 (d), 56.8 (q), 52.0 (q), 51.2 (t), 49.3 (s), 46.2 (t) 39.9 (t), 37.0 (t), 31.2 (t), 28.7 (t);

**Beispiel 10**

(4aR,6S,8aR)-11-(4-aminopropyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, Methansulfonate (Ib  $Y_1=OH$ ,  $Y_2=H$ ,  $X=Br$ ,  $Z_1=C_3H_8N$ )

**Stufe 1:**

2,0 g (+)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 7,2 ml 1-Brom-3-chlorpropan und 5,0 g Kaliumcarbonat werden in 10 ml Acetonitril bei Raumtemperatur gerührt. Nach 19 Stunden wird der Niederschlag abfiltriert, und das Filtrat mit 80 ml Wasser, 25 ml 2N HCl und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x40 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt.

Ausbeute: 1,5 g farbloser Schaum.

**Stufe 2:**

1,5 g Schaum, wie in Stufe 1 hergestellt, werden in 15 ml Methanol aufgelöst, mit 15 g NH<sub>4</sub>Cl, mit 150 ml 25%er Ammoniak-Lösung versetzt und bei Raumtemperatur gerührt. Nach 18 Stunden wird die Reaktionsmischung mit 400 ml Wasser und 75 ml Chloroform versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x75 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Der Rückstand wird in 5 ml Tetrahydrofuran aufgelöst und mit Methansulfonsäure bis pH 1 angesäuert. Der entstandene Niederschlag wird abgetrennt, mit Tetrahydrofuran nachgewaschen und im Vakuumtrockenschrank getrocknet.

Ausbeute: 1,3 g (71 % d. Th)

Smp: 63-67 °C

R<sub>f</sub>: 0,15 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung = 0:18:2)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO):  $\delta$  7.88 (b, 2H, NH<sub>2</sub>), 6.85 (s, 1H), 6.19 (d, 1H), 5.89 (d, 1H), 4.70 (d, 1H), 4.60 (b, 1H), 4.48 (b, 1H), 4.18 (m, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.70 (m, 1H), 3.59 (b, 2H), 3.42 (m, 2H), 2.88 (b, 2H), 2.52 (m, 1H), 1.91- 2.34 (m, 4H);  
 ATP-NMR (DMSO):  $\delta$  147.3 (s) 145.6 (s) 133.6 (s), 130.4 (d), 126.5 (s), 123.6 (d), 112.9 (d), 112.1 (s), 87.3 (d), 67.9 (2t), 60.4 (d), 56.5 (q), 49.8 (t), 40.9 (t), 40.8 (s), 37.3 (t) 31.7 (t), 25.9 (t);

### Beispiel 11

(4aR,6S,8aR)-1-Bromo-4a,5,9,10-tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro-[3a,3,2-ef][2]benzazepine-11(12H)-thiocarbonic acid methylamide (Ib Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>NS)

2,0 g (+)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 0,7 g Methylisothiocyanat werden in 50 ml Toluol bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 16 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert, und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 2,2 g (93 % d. Th)

Smp: 98-102 °C

R<sub>f</sub>: 0,7 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung = 90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO):  $\delta$  7.38 (b, 1H, NH), 6.97 (s, 1H), 6.07 (d, 1H), 5.80 (dd, 1H), 4.51 (b, 1H), 4.37 (m, 2H), 4.09 (d, 1H), 3.80 (m, 1H), 3.72 (s, 3H), 3.31 (b, 1H), 2.81 (s, 3H), 2.28 (d, 1H), 2.02 (d, 1H), 1.85 (t, 1H), 1.61 (d, 1H);  
 ATP-NMR (DMSO):  $\delta$  182.0 (s), 147.5 (s) 144.7 (s) 134.0 (s), 129.4 (d), 128.6 (s), 127.6 (d), 116.4 (d), 113.2 (s), 87.3 (d), 60.2 (d), 56.8 (q), 57.1 (t), 49.1 (s), 48.4 (t) 36.7 (t), 33.7 (q), 31.2 (t);

**Beispiel 12**

(4aS,6R,8aS)-1-Bromo-6-hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid allylamide (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>NS)

2,0 g (-)-BromNorgalanthamin, welches gemäß der WO-A-97/40049 hergestellt wurde, sowie 0,6 ml Allylisothiocyanat werden in 60 ml Tetrahydrofuran bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 9 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert, und der Rückstand säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt.

Ausbeute: 2,14 g (83,5 % d. Th)

Smp: 175-179 °C

R<sub>f</sub>: 0,45 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 7.41 (b, 1H, NH), 6.95 (s, 1H), 6.06 (d, 1H), 5.76 (m, 2H), 5.08 (t, 2H), 4.42 (m, 3H), 4.09 (m, 2H), 3.83 (m, 1H), 3.72 (s, 3H), 2.51 (d, 2H), 2.28 (d, 1H), 2.05 (d, 1H), 1.88 (t, 2H), 1.76 (t, 1H);  
 ATP-NMR (DMSO): δ 181.3 (s), 147.5 (s) 144.8 (s), 136.1 (d), 134.0 (s), 129.4 (d), 128.2 (s), 127.5 (d), 116.3 (d), 116.3 (s), 113.1 (d), 87.3 (d), 60.2 (d), 56.8 (q), 49.0 (t), 48.8 (s), 41.0 (t) 40.9 (t), 36.7 (t), 31.1 (t);

**Beispiel 13**

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H)

1g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der W-A-00/174820 hergestellt wurde, wird in 80 ml 2 %-iger HCl gelöst und 3 Stunden bei Rückfluss gerührt. Das Reaktionsgemisch auf Raumtemperatur abkühlen gelassen, mit konzentrierter, wässriger Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und 3x mit je 30 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und eingedampft. Die erhaltenen 1,06 g werden an 80 g Kieselgel mit dem Laufmittel Chloroform:Methanol:-Ammoniak-Lösung=90:9:1 säulenchromatographisch gereinigt, und die erhaltenen, produkthältigen Fraktionen eingedampft.

Ausbeute: 690 mg (69 % d. Th.) weißes Pulver

Smp: 151-155

R<sub>f</sub>: 0,29 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.65 (d, 1H), 6.49 (d, 1H), 6.02 (d, 1H), 5.65 (d, 1H), 4.48 (b, 1H), 4.25 (m, 1H), 3.85 (d, 1H), 3.74 (d, 1H), 3.65 (s, 3H), 3.15 (dd, 1H), 3.03 (m, 1H), 2.43 (m, 1H), 1.79 (m, 2H), 1.63 (t, 1H);

ATP-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 147.6 (s), 143.8 (s), 135.1 (s), 134.2 (s), 133.3 (d), 127.3 (d), 120.3 (d), 112.0 (d), 88.7 (d), 62.2 (d), 56.4 (q), 53.8 (t), 49.0 (s), 47.5 (t) 39.7 (t), 32.9 (t);

#### Beispiel 14

(4aS,6S,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro [3a,3,2-ef] [2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid methylamide (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>NO)

2,32 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H) und 0,9 ml Isopropylisocyanat werden in 150 ml Toluol bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 16 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert, und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt.

Ausbeute: 1,49 g (49,1 % d. Th)

Smp: 182-186 °C

R<sub>f</sub>: 0,5 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.69 (b, 2H), 5.98 (d, 1H), 5.81 (d, 1H), 4.61 (m, 2H), 4.48 (d, 1H), 4.32 (d, 1H), 4.21 (d, 1H), 3.89 (m, 1H), 3.87 (s, 3H), 3.42 (t, 1H), 2.79 (d, 1H), 2.01 (dt, 1H), 1.79 (dd, 1H), 1.61 (d, 1H), 1.11 (d, 3H), 0.98 (d, 3H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 157.0 (s), 148.3 (s) 144.8 (s) 132.9 (d), 132.8 (s), 129.4 (d), 126.4 (d), 120.0 (d), 111.3 (d), 88.8 (d), 63.3

(d), 56.3 (q), 51.8 (t), 48.8 (s), 46.0 (t), 42.9 (d), 37.7 (t), 32.6 (t), 23.9 (q), 23.6 (q);

### Beispiel 15

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-11-(2-(morpholin-4-yl)-ethyl)-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia  
 $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_6H_{12}NO$ )

1,55 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=H$ ), 2,35 g Kaliumcarbonat und 1,11 g N-(2-Chlorethyl)-morpholin Hydrochlorid werden in 30 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 48 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert, und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und 40 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen wird die organische Phase entsorgt. Die wässrige Phase wird mit Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x40 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:-MeOH=9:1) gereinigt.

Ausbeute: 0,51 g (23,3 % d. Th) weißer Schaum

$R_f$ : 0,5 (Chloroform:MeOH=9:1)

$^1H$ -NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  6.69 (d, 1H), 6.57 (d, 1H), 6.07 (d, 1H), 5.78 (d, 1H), 4.61 (m, 2H), 4.18 (d, 1H), 4.35 (s, 3H), 3.80 (d, 1H), 3.65 (m, 4H), 3.31 (t, 1H), 3.09 (d, 1H), 2.69 (d, 1H), 2.57 (m, 2H), 2.50 (m, 5H), 2.28 (b, 1H), 2.19 (t, 1H), 1.72 (t, 1H), 1.59 (d, 1H);

$^{13}C$ -NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  146.7 (s) 143.9 (s) 133.0 (s), 131.8 (d), 129.4 (d), 126.4 (d), 121.5 (d), 110.9 (d), 88.4 (d), 66.8 (2t), 63.0 (d), 57.7 (d), 57.1 (q), 55.8 (t), 54.1 (2t), 52.1 (s), 48.3 (t), 47.9 (t), 33.5 (t), 32.4 (t);

### Beispiel 16

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(2-pyrimidinyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia  
 $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_3H_3N_2$ )

2,0 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=H$ ), 2,45 g  $NaHCO_3$  und 0,88 g 2-Chlorpyrimidin werden in 120 ml Ethanol bei

Rückflusstemperatur gerührt. Nach 44 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 120 ml Wasser und 200 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt.

Ausbeute: 1,24 g (48,2 % d. Th)

Smp: 223-226 °C

R<sub>f</sub>: 0,65 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 8.30 (d, 2H), 6.72 (d, 1H), 6.65 (d, 1H), 6.54 (t, 1H), 6.20 (d, 1H), 5.72 (d, 1H), 5.29 (d, 1H), 5.08 (d, 1H), 4.79 (d, 1H), 4.48 (m, 2H), 4.25 (m, 1H), 3.68 (s, 3H), 2.45 (m, 1H), 1.95 (t, 1H), 1.78 (d, 1H), 1.65 (t, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 161.1 (s), 158.8 (s), 147.9 (s), 144.1 (s) 133.6 (s), 133.5 (2d), 130.6 (d), 126.9 (d), 122.1 (d), 111.9 (d), 110.7 (d), 88.4 (d), 62.2 (d), 56.4 (q), 48.8 (t), 45.5 (s), 41.0 (t), 36.5 (t), 32.8 (t);

### Beispiel 17

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(2-methyl-prop-2-enyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (I Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>)

2,0 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H), 2,02 g Kaliumcarbonat, 1,27 g Kaliumjodid und 0,85 ml 3-Chlor-2-methyl-1-propen werden in 80 ml Aceton bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 48 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen wird die organische Phase entsorgt. Die wässrige Phase wird mit 30%-iger Natriumhydroxid-Lösung basisch eingestellt und mit 3x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 1,8 g (75,1 % d. Th) harziges Öl

R<sub>f</sub>: 0,65 (Chloroform:MeOH=95:5)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.72 (d, 1H), 6.53 (d, 1H), 6.11 (d, 1H), 5.82 (d, 1H), 4.85 (d, 2H), 4.60 (m, 1H), 4.54 (b, 1H), 4.09 (d, 1H), 3.87 (s, 3H), 3.67 (d, 1H), 3.32 (t, 1H), 3.05 (m, 2H), 2.83 (d, 1H), 2.18 (dt, 1H), 1.93 (b, 1H), 1.65 (s, 3H), 1.71 (d, 1H), 1.59 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 146.7 (s) 143.9 (s) 133.0 (s), 131.8 (d), 129.4 (d), 126.4 (d), 121.5 (d), 110.9 (d), 88.4 (d), 66.8 (2t), 63.0 (d), 57.7 (d), 57.1 (q), 55.8 (t), 54.1 (2t), 52.1 (s), 48.3 (t), 47.9 (t), 33.5 (t), 32.4 (t);

### Beispiel 18

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-propargyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>)

2,6 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H), 6,1 g Kaliumcarbonat, 3,64 g Kaliumjodid und 1,47 ml 3-Brom-1-propin werden in 150 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 12 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert, und der Rückstand mit 300 ml 2N HCl und mit 100 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen wird die organische Phase entsorgt. Die wässrige Phase wird mit Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x100 ml Methylenechlorid extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 0,8 g (26,1% d. Th)

Smp: 157-160 °C

R<sub>f</sub>: 0,45 (Chloroform:MeOH=95:5)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.65 (d, 1H), 6.58 (d, 1H), 6.08 (d, 1H), 5.85 (d, 1H), 4.72 (m, 1H), 4.65 (b, 1H), 4.12 (d, 1H), 3.87 (s, 3H), 3.79 (d, 1H), 3.38 (s, 2H), 3.31 (m, 1H), 3.20 (d, 1H), 2.45 (b, 1H), 2.31 (s, 1H), 2.10 (dt, 1H), 1.72 (m, 2H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  146.7 (s) 143.9 (s) 132.9 (s), 131.9 (d), 128.5 (s), 126.4 (d), 121.6 (d), 111.0 (d), 88.4 (d), 79.5 (s), 72.9 (t), 63.0 (d), 58.0 (t), 55.9 (q), 51.7 (t), 48.0 (t), 43.9 (s), 34.9 (t), 32.3 (t);

### Beispiel 19

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-benzoyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_7H_5O$ )

2,0 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=H$ ), 3,0 g Kaliumcarbonat und 0,9 ml Benzoylchlorid werden in 50 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach einer Stunde wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 100 ml Wasser und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit 2x40 ml 1N HCl und 1x20 ml gesättigte NaCl-Lösung (brine) gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Der Rückstand wird aus 2-Butanon kristallisiert.

Ausbeute: 1,5 g (54 % d. Th)

Smp: 198-199 °C

R<sub>f</sub>: 0,4 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=95:4,5:0,5)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO):  $\delta$  7.61 (m, 4H), 7.18 (d, 1H), 6.69 (m, 2H), 6.12 (d, 1H), 5.78 (b, 1H), 4.61 (b, 2H), 4.28 (b, 2H), 3.71 (s, 3H), 3.53 (m, 1H), 3.52 (m, 2H), 1.92 (m, 2H), 1.63 (m, 2H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO):  $\delta$  170.2 (s) 147.1 (s) 143.5 (s), 136.6 (s), 132.9 (s), 132.7 (d), 128.7 (s), 128.0 (d), 126.2 (d), 126.0 (d), 125.8 (d), 125.5 (d), 120.8 (d), 119.3 (d), 111.3 (d), 87.4 (d), 61.1 (d), 55.4 (q), 53.1 (t), 48.1 (s), 47.3 (t), 43.1 (t), 31.8 (t);

### Beispiel 20

(4aS,6S,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-thiocarbonic acid allylamide (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_7H_5O$ )

1,5 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=H$ ) und 0,6 ml Allylisothiocyanat werden in 50 ml Tetrahydrofuran bei

Rückflusstemperatur gerührt. Nach 3 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt und das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=97:3) gereinigt.

Ausbeute: 1,9 g (92 % d. Th) weisser Schaum

R<sub>f</sub>: 0,25 (Chloroform:MeOH=97:3)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.67 (m, 2H), 6.01 (d, 1H), 5.88 (m, 2H), 5.50 (b, 1H), 5.31 (d, 1H), 5.09 (t, 2H), 4.02 (d, 1H), 4.61 (m, 2H), 4.23 (m, 2H), 3.85 (s, 3H), 3.60 (t, 1H), 2.78 (d, 1H), 2.22 (t, 1H), 1.88 (d, 1H), 1.75 (t, 1H);

ATP-NMR (DMSO): δ 181.6 (s), 148.7 (s) 145.3 (s) 134.2 (d), 132.8 (d), 126.8 (s), 126.4 (d), 1120.3 (d), 117.2 (s), 111.5 (d), 88.7 (d), 63.4 (d), 56.4 (q), 54.0 (t), 51.4 (s), 48.9 (t), 48.7 (t), 36.7 (t), 32.4 (t);

### Beispiel 21

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10-Tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carboxamid (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=CH<sub>2</sub>NO)

2,2 g (--)Epi-Norgalanthamin (Ia Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H) und 1,05 g Natriumcyanid werden in 112 ml Wasser bei Raumtemperatur gerührt und mit 16 ml 2N HCl portionsweise versetzt. Nach 24 Stunden wird der ausgefallene Niederschlag abfiltriert, mit 2x2 ml Wasser nachgewaschen und im Vakuumtrockenschrank 18 Stunden bei 50 °C getrocknet.

Ausbeute: 0,56 g (22 % d. Th)

Smp: 168-173 °C

R<sub>f</sub>: 0,25 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.62 (d, 1H), 6.49 (d, 1H), 6.00 (d, 1H), 5.58 (d, 1H), 4.47 (b, 1H), 4.26 (t, 1H), 3.85 (d, 1H), 3.72 (d, 1H), 3.70 (s, 3H), 3.09 (m, 2H), 2.45 (m, 2H), 1.75 (m, 1H), 1.59 (t, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 147.6 (s) 143.8 (s) 135.1 (s), 134.2 (s), 133.3 (d), 127.2 (d), 120.3 (d), 112.0 (d), 88.7 (d), 62.2 (d), 56.4 (q), 53.8 (t), 49.0 (s), 47.4 (t), 41.1 (t), 32.9 (t);

**Beispiel 22**

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(3-Methylbut-2-en-1-yl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_5H_9$ )

2,0 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=H$ ), 2,02 g Kaliumcarbonat und 1,0 ml 3,3-Dimethylallylbromid werden in 80 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 48 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen wird die organische Phase entsorgt. Die wässrige Phase wird mit Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=9:1) gereinigt.

Ausbeute: 1,93 g (77 % d. Th)

Smp: 36-48 °C

$R_f$ : 0,2 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

$^1H$ -NMR (DMSO):  $\delta$  6.63 (d, 1H), 6.48 (d, 1H), 6.01 (d, 1H), 5.67 (d, 1H), 3.25 (m, 1H), 3.04 (d, 1H), 4.49 (s, 1H), 4.24 (b, 1H), 3.99 (d, 1H), 3.71 (s, 3H), 3.58 (d, 1H), 3.21 (t, 1H), 3.10 (m, 2H), 2.48 (m, 2H), 2.01 (dt, 1H), 1.68 (s, 3H), 1.62 (dt, 1H), 1.43 (s, 3H);

$^{13}C$ -NMR (DMSO):  $\delta$  147.1 (s), 144.0 (s) 134.4 (s), 133.5 (d), 130.6 (s), 126.7 (d), 123.2 (d), 121.1 (d), 112.1 (d), 88.7 (d), 62.2 (d), 57.8 (s), 56.3 (q), 51.8 (t), 50.4 (s), 48.6 (t), 41.0 (t), 40.0 (t), 39.7 (t) 26.6 (q), 18.8 (q);

**Beispiel 23**

(4aS,6S,8aS)-1-Bromo-11-(4-brombenzyl)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_7H_4Br$ )

2,0 g (-)-Epi-Norgalanthamin (Ia  $Y_1=H$ ,  $Y_2=OH$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=H$ ), 6,0 g Kaliumcarbonat und 1,92 g 4-Brombenzylbromid werden in 40 ml Tetrahydrofuran bei Raumtemperatur gerührt. Nach 12 Stunden wird

die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, der Niederschlag abfiltriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 1,81 g (56 % d. Th)

Smp: 77-100 °C

R<sub>f</sub>: 0,3 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 7.47 (d, 2H), 7.21 (d, 2H), 6.68 (d, 1H), 6.39 (d, 1H), 6.08 (d, 1H), 5.69 (d, 1H), 3.98 (d, 1H), 4.56 (b, 1H), 4.11 (d, 1H), 3.71 (s, 3H), 4.50 (m, 3H), 3.32 (m, 1H), 2.95 (d, 1H), 2.49 (m, 1H), 2.13 (t, 1H), 1.62 (t, 1H), 1.48 (d, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 147.3 (s), 144.2 (s), 139.6 (s) 134.2 (s), 133.6 (d), 131.9 (2d), 131.6 (2d), 130.2 (s), 126.6 (d), 121.8 (d), 120.6 (s), 112.2 (d), 88.6 (d), 62.2 (d), 57.6 (t), 55.3 (q), 51.6 (t), 48.7 (s), 41.0 (t), 34.0 (t), 33.0 (t);

#### Beispiel 24

(4aR,6R,8R)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H)

10 g (+)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, werden in 400 ml 2 %-iger HCl-Lösung unter Rückflusskühlung bei Siedetemperatur gerührt. Nach 3 Stunden wird die Reaktionsmischung abgekühlt, mit cc Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und der ausgefallene Niederschlag abgetrennt.

Ausbeute: 7,6 g (76 % d. Th)

Smp: 166-168 °C

R<sub>f</sub>: 0,2 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.70. (d, 1H), 6.62 (d, 1H), 6.00 (d, 1H), 5.78 (d, 1H), 4.68 (b, 2H), 3.95 (d, 1H), 3.85 (d, 1H), 3.79 (s, 3H), 3.32 (d, 1H), 3.20 (t, 1H), 2.75 (m, 1H), 1.90 (d, 1H), 1.82 (dt, 1H), 1.59 (dt, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 147.5 (s) 144.2 (s) 133.5 (s), 133.4 (s), 132.5 (d), 126.9 (d), 120.5 (d), 111.2 (d), 88.9 (d), 63.0 (d), 56.3 (q), 54.1 (t), 49.0 (s), 47.6 (t), 41.4 (t), 32.7 (t);

**Beispiel 25**

(4aR,6R,8aR)-4a,5,9,10-Tetrahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carboxamid (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=CH<sub>2</sub>NO)

2,2 g (+)-Epi-norgalanthamin (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H) werden in 112 ml bidestilliertem Wasser gelöst, mit 2N HCl auf pH=3 eingestellt, 1,05g NaOCN zugegeben, und der pH-Wert neuerlich mit 2N HCl auf 3 eingestellt. Das Reaktionsgemisch wird 20 Stunden bei Raumtemperatur gerührt, der entstandene Niederschlag abfiltriert und bei 50 mbar und 60 °C im Vakuumtrockenschrank 20 Stunden lang getrocknet. Die erhaltenen 2,2g an Rohprodukt werden in 15 ml MeOH durch Erhitzen auf Rückfluss gelöst, eine Stunde im Eisbad gerührt und filtriert.

Ausbeute: 1,1g (43,2 % d. Th.) weiße Kristalle

FP: 208-214 °C

R<sub>f</sub>.: 0,45 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.72 (d, 1H), 6.68 (d, 1H), 6.08 (d, 1H), 5.87 (b, 2H, NH<sub>2</sub>), 5.69 (d, 1H), 5.00 (d, 1H), 4.59 (d, 1H), 4.48 (s, 1H), 4.28 (m, 1H), 4.11 (m, 1H), 3.71 (s, 3H), 3.38 (m, 2H), 2.49 (m, 2H), 1.88 (dt, 1H), 1.62 (m, 2H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 158.3 (s), 147.8 (s), 144.2 (s) 133.6 (d), 133.5 (s), 131.1 (s), 126.8 (d), 121.3 (d), 112.0 (d), 88.5 (d), 62.2 (d), 56.4 (q), 48.7 (t), 45.5 (s), 41.0 (t), 37.9 (t), 32.8 (t);

**Beispiel 26**

(4aR,6R,8aR)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-ethyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)

1,35 g (+)-Epi-Norgalanthamin (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H), 2,0 g Kaliumcarbonat und 0,8 ml Ethylbromid werden in 50 ml Tetrahydrofuran bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 70 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 50 ml Wasser und mit 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über

Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=95:4,5:0,5) gereinigt.

Ausbeute: 1,0 g (67,2 % d. Th)

Smp: 135-136 °C

R<sub>f</sub>: 0,2 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=95:4,5:0,5)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.63 (d, 1H), 6.50 (d, 1H), 6.05 (d, 1H), 5.68 (d, 1H), 4.95 (b, 1H), 4.48 (s, 1H), 4.27 (b, 1H), 4.02 (d, 1H), 3.72 (s, 3H), 3.68 (d, 1H), 3.29 (t, 1H), 3.08 (d, 1H), 2.41 (m, 2H), 2.03 (t, 1H), 1.62 (t, 1H), 1.57 (d, 1H), 0.91 (t, 3H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 147.2 (s) 144.0 (s) 134.1 (s), 133.5 (d), 130.3 (s), 126.7 (d), 121.8 (d), 112.1 (d), 88.6 (d), 62.2 (d), 56.9 (d), 56.3 (q), 51.7 (t), 48.7 (s), 45.5 (t), 33.7 (t), 33.0 (t), 13.5 (q);

### Beispiel 27

Methyl (4aR,6R,8aR)-N11-cyano-6-hydroxy-3-methoxy-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carboximidothioat (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)

2,5 g (+)-Epi-Norgalanthamin (Ib Y<sub>1</sub>=H, Y<sub>2</sub>=OH, X=H, Z<sub>1</sub>=H) und 1,05 g Dimethyl-N-cyandithioiminocarbonat werden in 80 ml Ethanol und 20 ml Dimethylformamid bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 21 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt und das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt.

Ausbeute: 0,72 g (20,5 % d. Th)

Smp: 78-79 °C

R<sub>f</sub>: 0,35 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.72 (m, 2H), 6.12 (d, 1H), 5.72 (d, 1H), 5.05 (m, 2H), 6.19 (m, 2H), 4.26 (b, 1H), 3.72 (s, 3H), 3.32 (b, 1H), 2.62 (s, 3H), 2.49 (m, 1H), 1.89 (m, 2H), 1.65 (m, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 148.0 (s); 144.9 (s) 134.1 (d), 133.0 (s), 127.3 (s), 126.3 (d), 121.7 (d), 115.5 (s), 115.0 (s), 112.3 (d), 88.2 (d), 62.0 (d), 56.4 (q), 48.4 (t), 41.0 (s), 40.9 (t), 40.8 (t), 32.7 (t), 16.6 (q);

**Beispiel 28**

(4aR,6R,8aR)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-methyl-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-amin, Dihydrochloride

3,0 g (+)-Galanthamin, hergestellt nach Kametani, *Heterocycles* 4, 1111, 1976, sowie 3,3 g Triphenylphosphin und 18 ml Stickstoffwasserstoffsäure (1,06 mol/lit in Benzol) werden in 225 ml Tetrahydrofuran aufgelöst, bei Raumtemperatur mit 7,0 ml Azodicarbonsäurediethylester (40 % in Toluol) versetzt und intensiv gerührt. Nach 20 Stunden wird die Reaktionsmischung mit 150 ml 2N HCl versetzt, eine Stunden intensiv gerührt, die organische Phase abgetrennt, und die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat gewaschen. Der pH-Wert der wässrigen Phase wird mit Ammoniak-Lösung auf 12 gestellt und die trübe Suspension mit 3x80 ml Methylenchlorid extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=95:4,5:0,5) gereinigt. Das erhaltene Öl wird in Isopropanol aufgelöst und das Hydrochlorid-Salz aus etherischer HCl gefällt.

Ausbeute: 1,54 g (41 % d. Th)

Smp: 235-250 °C

R<sub>f</sub>: 0,45 freie Base (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=95:4,5:0,5)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.69 (d, 1H), 6.60 (d, 1H), 6.21 (d, 1H), 5.75 (d, 1H), 4.62 (b, 1H), 4.37 (m, 1H), 4.08 (d, 1H), 3.89 (s, 3H), 3.67 (d, 1H), 3.29 (t, 1H), 3.09 (d, 1H), 2.81 (m, 1H), 2.41 (s, 3H), 2.22 (dt, 1H), 1.85 (dt, 1H), 1.67 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 146.9 (s) 144.3 (s) 132.8 (s), 129.8 (s), 129.3 (d), 126.9 (d), 122.1 (d), 111.5 (d), 87.9 (d), 60.8 (d), 56.3 (q), 54.4 (t), 53.8 (q), 48.6 (s), 42.5 (d), 34.7 (t), 29.1 (t);

**Beispiel 29**

(4aR,6S,8aR)-11-(3-hydroxypropyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ib Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>O)

1,3 g (+)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 2,6 g Kaliumcarbonat und 0,65 ml 3-

Brom-1-propanol werden in 70 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 48 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel unter Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 90 ml Wasser und mit 40 ml Chloroform versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x30 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=9:1) gereinigt.

Ausbeute: 0,86 g (54,5 % d. Th) harziges Öl

$R_f$ : 0,45 (Chloroform:MeOH=9:1)

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  6.66 (m, 2H), 6.05 (m, 2H), 4.59 (b, 1H), 4.14 (m, 1H), 4.09 (d, 1H), 3.95 (d, 1H), 3.81 (s, 3H), 3.79 (t, 2H), 3.31 (m, 2H), 2.75 (m, 3H), 2.05 (m, 2H), 1.78 (m, 1H), 1.59 (m, 2H);

$^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  146.2 (s) 144.7 (s) 133.5 (s), 128.7 (s), 128.2 (d), 127.0 (d), 122.7 (d), 111.6 (d), 89.1 (d), 64.8 (t), 62.4 (d), 57.8 (d), 56.3 (q), 52.4 (t), 52.1 (t), 48.7 (s), 33.3 (t), 30.3 (t), 27.9 (t);

### Beispiel 30

(4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine-11(12H)-carbothioamide (Ib  
 $Y_1=\text{OH}$ ,  $Y_2=\text{H}$ ,  $X=\text{H}$ ,  $Z_1=\text{CH}_2\text{NO}$ )

2,2 g (+)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, werden in 112 ml bidestilliertem Wasser gelöst, mit 2N HCl auf pH=3 eingestellt, 1,05g NaOCN zugegeben und der pH-Wert neuerlich mit 2N HCl auf 3 eingestellt. Das Reaktionsgemisch wird 20 Stunden bei Raumtemperatur gerührt, mit konz. Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und 3x mit je 40 ml Dichlormethan ausgeschüttelt. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und eingedampft. Die erhaltenen 2,5 g werden an 170 g Kieselgel mit dem Laufmittel Chloroform: Methanol=95:5 säulenchromatographisch gereinigt, und die gereinigten Fraktionen eingedampft.

Ausbeute: 1,08 g (42,4%d. Th.) weiße Kristalle

FP: 101-114 °C

R<sub>f</sub>: 0,29 (Chloroform:MeOH=95:5)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.75 (d, 1H), 6.69 (d, 1H), 6.08 (d, 1H), 5.87 (b, 2H, NH<sub>2</sub>), 5.78 (dd, 1H), 5.60 (d, 1H), 4.54 (b, 1H), 4.22 (m, 2H), 4.05 (m, 1H), 3.70 (s, 3H), 3.39 (m, 1H), 2.29 (d, 1H), 2.05 (dd, 1H), 1.78 (t, 1H), 1.60 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 158.3 (s), 147.6 (s), 144.2 (s) 133.1 (d), 131.1 (s), 129.0 (d), 127.8 (d), 121.1 (d), 111.9 (d), 87.3 (d), 60.6 (d), 56.4 (q), 51.0 (t), 48.6 (s), 45.5 (t), 38.1 (t), 31.6 (t);

### Beispiel 31

(4aS,6S,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-benzoyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol

#### Stufe 1

Eine Lösung von 6,0 g (+)-Galanthamin, hergestellt nach Kametani, Heterocycles 4, 1111, 1976), in 42 ml Eisessig wird mit einer Mischung von 12,7 ml Salpetersäure und 21 ml Eisessig bei 0-5 °C tropfenweise versetzt. Nach 15 min wird die Reaktionsmischung auf 100 ml Wasser getropft, der pH-Wert mit Ammoniak-Lösung auf 12 gestellt und mit 100 ml Chloroform versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 3x50 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 1,47 g (19,4 % d. Th) braunes Öl

R<sub>f</sub>: 0,25 (Chloroform:MeOH=95:5)

#### Stufe 2

1,47 g des aus Stufe 1 erhaltenen Produktes, 2,94 g Zinkpulver und 1,47 g CaCl<sub>2</sub> werden in 44 ml Ethanol und 22 ml Wasser bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 3 Stunden wird der erhaltene Niederschlag abfiltriert und das Lösungsmittel abdestilliert. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1) gereinigt.

Ausbeute: 0,36 g (43,4 % d. Th)

Smp: 166-167 °C

R<sub>f</sub>: 0,3 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.18 (s, 1H), 6.04 (d, 1H), 5.78 (dd, 1H), 4.41 (b, 2H, NH<sub>2</sub>), 4.33 (b, 1H), 4.01 (d, 1H), 3.82 (d, 1H), 3.58 (s, 3H), 3.55 (d, 1H), 3.18 (t, 1H), 2.87 (d, 1H), 2.28 (s, 3H), 2.22 (d, 1H), 1.98 (d, 1H), 1.89 (t, 1H), 1.55 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 158.3 (s), 147.6 (s), 144.2 (s) 133.1 (d), 131.1 (s), 129.0 (d), 127.8 (d), 121.1 (d), 111.9 (d), 87.3 (d), 60.6 (d), 56.4 (q), 51.0 (t), 48.6 (s), 45.5 (t), 38.1 (t), 31.6 (t);

### Beispiel 32

2-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)-1-methyl-1-(3-phenoxyphenyl)-ethane Hydrochloride (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>15</sub>H<sub>15</sub>O)

#### Stufe 1

3,63 g (+/-)-2-[3-Phenoxyphenyl]-1-propansäure werden in 20 ml Tetrahydrofuran gelöst, 700 mg Lithiumaluminiumhydrid zugegeben und 1 Stunde bei Raumtemperatur gerührt. Danach werden vorsichtig 50 ml Wasser zugetropft, 1 Stunde gerührt und filtriert. Das klare Filtrat wird 3mal mit je 20 ml Ethylacetat extrahiert, die vereinigten organischen Phasen mit Natriumsulfat getrocknet, filtriert und das Lösungsmittel abgezogen.

Ausbeute: 2,4 g (70 % d. Th.) farbloses Öl

R<sub>f</sub>: 0,36 (Petrolether:Ethylacetat=4:1)

#### Stufe 2

3,15 g Triphenylphosphin werden in 90ml Tetrahydrofuran gelöst, 0,6ml Brom zugetropft und zur entstandenen Suspension 2,4 g (+/-)-2-[3-Phenoxyphenyl]-1-propanol aus Stufe 1 in festem Zustand zugegeben. Nach 30 Minuten werden 100 ml Wasser zugegeben, 3mal mit je 30 ml Ethylacetat extrahiert, die organischen Phasen vereinigt, über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und das klare Filtrat durch eine kurze Kieselgelsäule gesaugt. Nach Abdampfen des Lösungsmittels werden 2,7 g (88 % d. Th.) eines farblosen Öles erhalten. Das entstandene (+/-)-2-[3-Phenoxyphenyl]-1-Brompropan wurde sofort für die nächste Stufe verwendet.

## Stufe 3

4,56 g (-)-Norgalanthamin HCl, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 4g 3-(1-Brom-2-Propyl)-diphenylether und 9,97g Kaliumcarbonat werden in 53 ml Acetonitril bei 85°C 40 Stunden lang gerührt. Die Suspension wird in 10 ml Wasser gegossen und 3mal mit je 30 ml Ethylacetat extrahiert. Nach dem Trocknen der organischen Phase über Natriumsulfat wird diese filtriert und eingedampft und die erhaltenen 4,5 g an 400 g Kieselgel mit Ethylacetat säulenchromatographisch gereinigt. Die produkthaltigen Fraktionen werden vom Lösungsmittel befreit, in 50 ml Diethylether aufgenommen, und das Hydrochlorid mit etherischer HCl ausgefällt.

Ausbeute: 1,5 g (19 % d. Th.)

Smp: 109-115°C

R<sub>f</sub>.: 0,67 (Ethylacetat)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 7.35 (m, 2H), 7.24 (m, 1H), 7.13 (m, 1H), 7.00 (m, 2H), 6.89 (m, 3H), 6.62 (m, 2H), 6.04 (m, 2H), 4.60 (b, 1H), 4.14 (m, 2H), 3.85 (s, 3H), 3.77 (t, 1H), 3.38 (m, 1H), 3.12 (m, 1H), 2.91 (m, 1H), 2.70 (m, 2H), 2.48 (m, 1H), 1.99 (m, 2H), 1.48 (m, 1H), 1.25 (m, 3H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 157.3 (s), 157.2 (s), 157.0 (s), 148.3 (s), 148.2 (s), 145.8 (s) 144.0 (s) 133.2 (s), 133.1 (s), 129.9 (s), 129.6 (d), 129.5 (d), 129.4 (d), 127.5 (d), 127.4 (d), 127.0 (d), 123.0 (d), 122.9 (d), 122.2 (d), 122.1 (d), 121.9 (d), 121.8 (d), 118.7 (d), 118.6 (d), 111.0 (d), 88.7 (d), 62.1 (d), 58.0 (t), 57.0 (t), 55.9 (q), 52.3 (t), 51.2 (t), 48.5 (s), 48.4 (s), 37.9 (d), 37.7 (d), 32.8 (t), 32.5 (t), 29.9 (t), 20.0 (q), 19.5 (q);

## Beispiel 33

(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-benzoyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>O)

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, wird in 50 ml Acetonitril unter leichtem Erwärmen aufgelöst und auf 0-10 °C abgekühlt. Die Reaktionsmischung wird mit 3,0 g Kaliumcarbonat und 0,9 ml Benzoylchlorid versetzt und bei Raumtemperatur weitergerührt. Nach

einer Stunde wird das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 50 ml Wasser und 20 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 3x20 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit 2x20 ml 1N HCl und 1x20 ml Wasser gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Der Rückstand wurde aus 2-Butanon und tert.-Butylmethylether (MTBE) kristallisiert.

Ausbeute: 1,76 g (63,7 % d. Th)

Smp: 152-154 °C

R<sub>f</sub>: 0,75 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=95:4,5:0,5)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 7.39 (m, 4H), 7.11 (d, 1H), 6.72 (b, 1H), 6.63 (d, 1H), 6.09 (m, 1H), 5.81 (b, 1H), 4.62 (d, 1H), 4.55 (b, 1H), 4.31 (m, 2H), 4.09 (d, 1H), 3.71 (s, 3H), 3.48 (m, 1H), 2.32 (t, 1H), 2.09 (m, 1H), 1.89 (b, 1H), 1.70 (m, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 171.0 (s) 147.8 (s) 144.5 (s), 137.5 (s), 133.3 (s), 130.1 (d), 129.7 (s), 129.4 (d), 129.3 (d), 129.0 (d), 127.7 (d), 127.5 (d), 121.6 (d), 120.3 (d), 112.3 (d), 87.3 (d), 60.5 (d), 56.4 (q), 54.2 (t), 48.5 (s), 44.0 (t), 37.4 (t), 31.4 (t);

#### Beispiel 34

2-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)acetamide (Ia  
Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H; Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>NO)

3,0 g (--)Norgalanthamin HCl, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 3,0 g Kaliumcarbonat und 1,4 g 2-Bromacetamid werden in 50 ml Acetonitril unter Rückfluss gerührt. Nach 3 Stunden wird der erhaltene Niederschlag warm abfiltriert, das Lösungsmittel im Vakuum entfernt und der Rückstand aus Ethanol auskristallisiert.

Ausbeute: 1,74 g (54,4 % d. Th)

Smp: 107-113 °C

R<sub>f</sub>: 0,5 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=89:10:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 7.18 (d, 2H, NH<sub>2</sub>), 6.71 (d, 1H), 6.52 (d, 1H), 6.07 (d, 1H), 5.81 (dd, 1H), 4.48 (b, 1H), 4.27 (d, 1H), 4.19 (d,

39

1H), 4.05 (b, 1H), 3.71 (s, 3H), 3.63 (d, 1H), 3.28 (t, 1H), 3.00 (d, 1H), 2.88 (d, 1H), 2.27 (d, 1H), 2.06 (m, 1H), 1.93 (t, 1H), 1.46 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO):  $\delta$  173.2 (s), 147.1 (s), 144.3 (s) 133.6 (s), 130.2 (s), 129.2 (d), 127.7 (d), 121.9 (d), 112.1 (d), 87.6 (d), 60.8 (d), 58.5 (t), 56.4 (q), 56.3 (t), 52.6 (s), 48.6 (t), 35.1 (t), 31.7 (t);

### Beispiel 35

3-[(4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-methyl-1(-4-methyl-phenyl)propan-1-on, Hydrochloride (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>11</sub>H<sub>13</sub>O)

6,0 g (-)-Norgalanthamin HCl, welches gemäß der WO-A-017/4820 hergestellt wurde, sowie 3,3 g 4-Methylpropiophenon, 6,0 ml 1,3-Dioxolan und 0,2 ml 2N HCl werden unter Rückfluss gerührt. Nach 3 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert und der Rückstand mit 100 ml Wasser und mit 50 ml Ethylacetat versetzt. Der pH-Wert der wässrigen Phase wird mit Ammoniak-Lösung auf 9 eingestellt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 3x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden mit 1x20 ml gesättigter NaCl-Lösung (brine) und 1x20 ml Wasser gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt und das Produkt durch Säulenchromatographie (Ethylacetat : n-Hexan=1:1 zu 8:2) gereinigt. Die erhaltene Substanz wird in Ethylacetat aufgenommen und das Hydrochlorid-Salz mit etherischer HCl gefällt.

Ausbeute: 4,4 g (48 % d. Th)

Smp: 143-151 °C

R<sub>f</sub>: 0,4 (Chloroform:MeOH=97:3)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  7.84 (m, 2H), 7.26 (m, 2H), 6.68 (m, 2H), 6.05 (m, 2H), 4.61 (b, 1H), 4.14 (m, 2H), 3.86 (s, 3H), 3.71 (m, 2H), 3.34 (m, 1H), 3.12 (m, 2H), 2.69 (d, 1H), 2.55 (m, 1H), 2.30 (m, 4H), 2.03 (m, 2H), 1.49 (d, 1H), 1.15 (m, 3H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  203.4 (s), 145.9 (s), 144.2 (s) 143.8 (s), 134.4 (s), 133.3 (s), 129.7 (s), 129.3 (d), 129.2 (d), 128.4 (d), 128.3 (d), 127.6 (d), 126.9 (d), 122.0 (d), 111.1 (d), 88.7 (d), 62.1

40

(d), 57.8 (t), 55.9 (q), 54.1 (t), 52.2 (t), 48.5 (s), 39.1 (d), 32.9 (t), 29.9 (t), 21.6 (q), 16.5 (q);

### Beispiel 36

1-[(4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-(1-piperidyl)ethane-1-on (Ia  $Y_1=OH$ ,  $Y_2=H$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_7H_{12}NO$ )

3,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-017/4820 hergestellt wurde, sowie 1,86 ml Triethylamin und 0,6 ml Chroracetylchlorid werden in 150 ml Tetrahydrofuran bei 0 °C gerührt. Nach 10 min wird die Reaktionsmischung mit 3,0 g Kaliumcarbonat und 0,93 ml Piperidin versetzt und bei 90 °C weitergerührt. Nach 48 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand mit 50 ml Wasser und 50 ml Chloroform versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x30 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 2,06 g (47,1 % d. Th) harziges Öl

$R_f$ : 0,3 (Chloroform:MeOH=9:1)

$^1H$ -NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  6.69 (m, 2H), 5.98 (m, 2H), 5.19 (d, 1H), 4.56 (b, 1H), 4.37 (d, 1H), 4.15 (d, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.27 (d, 1H), 3.18 (m, 1H), 2.89 (d, 1H), 2.69 (d, 1H), 2.41 (m, 5H), 2.06 (d, 1H), 1.91 (m, 1H), 1.75 (d, 1H), 1.50 (m, 4H), 1.39 (b, 1H);  
 $^{13}C$ -NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  196.5 (s), 146.8 (s), 144.6 (s), 132.5 (s), 128.7 (s), 128.0 (s), 128.2 (d), 126.5 (d), 122.0 (d), 111.3 (d), 88.4 (d), 62.3 (t), 61.8 (d), 55.9 (d), 55.8 (q), 55.6 (t), 52.2 (s), 45.0 (t), 38.6 (t), 35.7 (t), 29.9 (t), 25.8 (t), 23.9 (t);

### Beispiel 37

(4aS,6R,8aS)-3-methoxy-11-(2-pyrimidinyl)-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia  $Y_1=OH$ ,  $Y_2=H$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_4H_3N_2$ )

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-017/4820 hergestellt wurde, sowie 2,45 g  $NaHCO_3$  und 0,88 ml 2-Chlorpyrimidin werden in 120 ml Ethanol bei Siedetemperatur

gerührt. Nach 44 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand mit 120 ml Wasser und 100 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt

Ausbeute: 1,26 g (49 % d. Th)

Smp: 232-235 °C

R<sub>f</sub>: 0,7 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=89:10:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 8.28 (m, 2H), 6.78 (d, 1H), 6.69 (d, 1H), 6.58 (t, 1H), 6.23 (d, 1H), 5.82 (dd, 1H), 5.25 (d, 1H), 4.66 (d, 1H), 4.52 (d, 1H), 4.30 (b, 1H), 4.11 (b, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.73 (m, 1H), 2.28 (d, 1H), 2.02 (d, 1H), 1.81 (t, 1H), 1.72 (d, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 161.2 (s), 158.7 (d), 147.6 (s), 144.1 (s) 133.3 (s), 130.6 (s), 129.0 (2d), 128.0 (d), 121.9 (d), 112.0 (d), 110.7 (d), 87.2 (d), 60.6 (d), 56.4 (q), 51.3 (t), 48.7 (s), 45.5 (t), 36.6 (t), 31.5 (t);

### Beispiel 38

1-[(4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-3-(1-pyrrolidyl)propan-1-on (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>7</sub>H<sub>12</sub>NO)

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-017/4820 hergestellt wurde, sowie 0,86 ml Triethylamin und 0,76 ml 3-Brompropionsäurechlorid werden in 130 ml Aceton bei Raumtemperatur gerührt. Nach 60 min wird das Lösungsmittel abdestilliert und der Rückstand mit 100 ml 2N HCl-Lösung und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Mutterlauge mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Der ölige Rückstand wird in 50 ml Acetonitril aufgenommen, mit 5 ml Pyrrolidin versetzt und bei Siedetemperatur gerührt. Nach 8 Stunden wird das Reaktionsgemisch abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum entfernt, und der Rückstand mit 30 ml 25 %-iger Ammoniak-Lösung und 30 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die

wässrige Mutterlauge mit 2x30 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=89:10:1) gereinigt.

Ausbeute: 1,4 g (48,0 % d. Th)

Smp: 56-63 °C

R<sub>f</sub>: 0,25 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=89:10:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.81 (b, 2H), 6.71 (d, 1H), 6.65 (d, 1H), 6.15 (d, 1H), 5.79 (dd, 1H), 4.68 (d, 1H), 4.60 (d, 1H), 4.45 (m, 2H), 4.08 (b, 1H), 3.75 (s, 3H), 3.43 (b, 1H), 2.25 (m, 1H), 2.70 (m, 1H), 2.59 (m, 1H), 2.38 (m, 6H), 2.06 (d, 1H), 1.82 (t, 1H), 1.62 (m, 4H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 171.3 (s), 147.9 (s), 144.6 (s) 133.0 (s), 129.7 (s), 129.2 (d), 127.7 (d), 121.5 (d), 112.1 (d), 87.4 (d), 60.6 (d), 56.4 (q), 52.3 (2t), 48.6 (s), 46.5 (t), 44.5 (t), 39.2 (t), 37.2 (t), 32.8 (t), 31.5 (t), 23.9 (2t);

### Beispiel 39

((4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-6-hydroxy-3-methoxy-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11-yl)gamma-oxo-butyric acid (Ia  
Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>4</sub>H<sub>5</sub>O<sub>3</sub>)

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-017/4820 hergestellt wurde, sowie 1,53 ml Triethylamin und 0,76 g Bersteinsäureanhydrid werden in 70 ml Tetrahydrofuran bei Siedetemperatur gerührt. Nach einer Stunde wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand mit 100 ml 1N HCl und 100 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt.

Ausbeute: 1,4 g (51,28 % d. Th)

Smp: 156-158 °C

R<sub>f</sub>: 0,7 (Ethylacetat:Ameisensäure=99:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO):  $\delta$  11.95 (b, 1H, OH), 6.81 (b, 1H), 6.71 (dd, 1H), 6.12 (d, 1H), 5.85 (dd, 1H), 4.68 (d, 1H), 4.60 (d, 1H), 4.43 (m, 2H), 4.09 (b, 1H), 3.71 (s, 3H), 2.25 (t, 1H), 2.89 (m, 1H), 2.35 (m, 3H), 2.09 (m, 2H), 1.80 (b, 1H), 1.65 (m, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO):  $\delta$  174.8 (s), 171.2 (s), 147.9 (s), 144.6 (s) 133.0 (s), 129.5 (s), 129.2 (d), 127.7 (d), 121.4 (d), 112.1 (d), 87.3 (d), 60.6 (d), 56.3 (q), 51.9 (t), 48.6 (s), 46.4 (t), 39.7 (t), 31.5 (t), 29.8 (t), 28.5 (t);

#### Beispiel 40

1-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)-2-[2-(2,6-dichloranilino)]-phenylethane (Ia  $Y_1=OH$ ,  $Y_2=H$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_{11}H_{13}O$ )

#### Stufe 1

6,75 g o-(2,6)-Dichloranilino)-phenethylalkohol, welches gemäß der DE -A-2007700 hergestellt wurde, werden zu einer Suspension von 7,12 g Triphenylphosphin und 1,36 ml Brom in 100 ml Tetrahydofuran bei Raumtemperatur portionsweise zugegeben. Nach einer halben Stunde werden 100 ml Wasser zugesetzt, 3mal mit je 25 ml Ethylacetat extrahiert, die organische Phase über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und bis auf 40 ml eingeengt. Nach Zugabe von 100 ml n-Hexan und Röhren im Eisbad für eine halbe Stunde wird das ausgefallene Triphenylphosphinoxid abfiltriert. Das klare Filtrat wird über eine kurze Kieselgelsäule filtriert und das Lösungsmittel abdestilliert. Es verblieben 8,2 g eines gelblichen Öles, das ohne weitere Reinigung direkt in die nächste Stufe eingesetzt wurde.

#### Stufe 2

2,16 g (-)-Norgalanthamin HCl, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 2,7g (2,6-Dichlorphenyl)-2-(2-Bromethyl)-phenylamin und 4,72 g Kaliumcarbonat werden in 25 ml Acetonitril bei Raumtemperatur 24 Stunden lang gerührt. Danach wird die Suspension in 100 ml Wasser gegossen und 3mal mit je 30 ml Ethylacetat extrahiert. Nach dem Trocknen der organischen Phase über Natriumsulfat und anschließendem Filtrieren wird das Lösungsmittel abdestilliert. Die erhaltenen 4 g werden an 200 g Kieselgel mit Ethylacetat säulenchromatographisch gereinigt, und die produkthältigen Fraktionen eingedampft. Eine Fällung des

Hydrochloridsalzes mit etherischer HCl der verbliebenen 800 mg in 15 ml Diethylether bei 0°C liefern 830 mg, die aus 30 ml Ethanol umkristallisiert wurden.

Ausbeute: 700 mg (16 % d. Th.) weiße Kristalle

Smp: 163-165 °C

R<sub>f</sub>: 0,5 (Chloroform: MeOH= 9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 7.42 (b, 1H, NH), 7.35 (d, 2H), 7.13 (dd, 1H), 7.05 (td, 1H), 7.01 (t, 1H), 6.88 (td, 1H), 6.64 (d, 1H), 6.56 (d, 1H), 6.40 (d, 1H), 6.10 (d, 1H), 6.03 (dd, 1H), 4.63 (m, 1H), 4.22 (d, 1H), 4.16 (m, 1H), 4.03 (d, 1H), 3.78 (s, 3H), 3.48 (td, 1H), 3.29 (dt, 1H), 2.89 (m, 4H), 2.71 (ddd, 1H), 2.42 (b, 1H, OH), 2.13 (td, 1H), 2.01 (ddd, 1H), 1.51 (ddd, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 145.8 (s), 144.2 (s), 142.8 (s), 137.9 (s), 133.2 (s), 139.5 (s), 130.5 (d), 130.3 (s), 128.8 (d), 128.5 (s), 127.7 (d), 126.8 (d), 126.7 (d), 124.1 (d), 122.3 (d), 120.9 (d), 116.3 (d); 110.9 (d), 88.7 (d), 62.0 (t), 57.3 (t), 55.7 (q), 52.5 (t), 52.0 (t), 48.4 (s), 32.5 (t), 30.7 (t), 29.9 (t);

#### **Beispiel 41**

(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(4-bromo-  
benzoyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia Y<sub>1</sub>=OH,  
Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>11</sub>H<sub>13</sub>O)

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 4,0 g Kaliumcarbonat und 1,65 g 4-Brombenzoësäurechlorid werden in 70 ml Acetonitril bei Siedetemperatur gerührt. Nach 3 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand mit 100 ml Wasser und 100 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt

Ausbeute: 3,3 g (99 % d. Th)

Smp: 98-112 °C

R<sub>f</sub>: 0,35 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 7.51 (d, 2H), 7.13 (d, 2H), 6.65 (d, 1H), 6.24 (d, 1H), 6.08 (td, 1H), 5.98 (d, 1H), 4.90 (b, 1H), 4.68 (b, 1H), 4.42 (s, 1H), 4.18 (d, 1H), 3.85 (s, 3H), 3.45 (m, 1H), 2.73 (dt, 1H), 2.10 (m, 2H), 1.93 (d, 1H), 1.71 (b, 1H);  
<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 170.9 (s), 147.2 (s), 145.0 (s), 135.5 (s), 133.1 (s), 131.8 (2d), 128.9 (2d), 182.5 (d), 128.4 (s), 126.8 (d), 124.3 (s), 121.0 (d), 112.0 (d), 88.8 (d), 62.2 (t), 56.3 (q), 54.9 (t), 48.7 (s), 44.5 (t), 36.6 (t), 30.2 (t);

### Beispiel 42

(4aS,6R,8aS)-11-(4,6-dichloro-1,3,5,-triazin-2-yl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>11</sub>H<sub>13</sub>O)

Eine Lösung von 1,32 g Cyanurchlorid in 32 ml Aceton wird auf 70 ml Eiswasser gegossen und bei 0 °C mit 2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, versetzt. Die Reaktionsmischung wird mit 4,0 ml 2N Natriumhydroxid-Lösung versetzt und bei Siede-temperatur gerührt. Nach 40 Stunden wird das Reaktionsgemisch auf Raumtemperatur gekühlt und mit 60 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Mutterlauge mit 2x60 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt

Ausbeute: 1,58 g (51 % d. Th)

Smp: 245-149 °C

R<sub>f</sub>: 0,75 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.79 (b, 2H), 6.19 (d, 1H), 5.81 (dd, 1H), 5.12 (d, 1H), 4.79 (d, 1H), 4.58 (d, 1H), 4.49 (b, 1H), 4.10 (b, 1H), 3.79 (m, 1H), 3.72 (s, 3H), 2.29 (d, 1H), 2.09 (m, 1H), 1.80 (m, 2H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 170.0 (s), 169.9 (s), 164.3 (s), 147.9 (s), 144.7 (s) 132.9 (s), 129.4 (d), 127.6 (d), 127.5 (s), 121.8 (d), 112.2 (d), 87.0 (d), 60.4 (d), 56.4 (q), 52.1 (t), 48.5 (s), 46.6 (t), 40.0 (t), 31.4 (t);

**Beispiel 43**

(4aS,6R,8aS)-11-(4-Brombenzyl)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia  $Y_1=OH$ ,  $Y_2=H$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_6H_5Br$ )

3,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 3,0 g Kaliumcarbonat und 2,5 g 4-Brombenzylbromid werden in 70 ml Acetonitril bei Raumtemperatur gerührt. Nach 24 Stunden wird das Lösungsmittel unter Vakuum entfernt und der Rückstand mit 100 ml Wasser und 40 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Mutterlauge mit 2x40 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=99:1) gereinigt

Ausbeute: 3,0 g (70,2 % d. Th)

Smp: 148-149 °C

$R_f$ : 0,8 (Chloroform:MeOH=9:1)

$^1H$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  7.53 (d, 2H), 7.18 (d, 2H), 6.65 (d, 1H), 6.40 (d, 1H), 6.15 (d, 1H), 6.03 (d, 1H), 4.68 (b, 1H), 4.12 (m, 1H), 3.85 (s, 3H), 3.66 (d, 1H), 3.61 (s, 2H), 3.41 (t, 1H), 3.18 (d, 1H), 2.71 (dd, 1H), 2.44 (d, 1H), 2.15 (dd, 1H), 2.03 (dd, 1H), 1.65 (d, 1H);

$^{13}C$ -NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  146.3 (s), 144.5 (s), 138.4 (s), 133.7 (s), 131.8 (2d), 131.0 (2d), 129.8 (s), 128.1 (d), 127.2 (d), 122.5 (d), 121.2 (s), 111.6 (d), 89.2 (d), 62.5 (t), 57.7 (t), 56.3 (q), 56.0 (t), 52.2 (t), 48.9 (s), 33.9 (t), 30.4 (t);

**Beispiel 44**

Ethyl-2-((4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)acetate (Ia  $Y_1=OH$ ,  $Y_2=H$ ,  $X=H$ ,  $Z_1=C_4H_7O_2$ )

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 4,0 g Kaliumcarbonat und 1,0 ml Bromessigsäureethylester werden in 50 ml Tetrahydrofuran bei Raumtemperatur gerührt. Nach 16 Stunden wird der Niederschlag abfiltriert, das Filtrat mit 100 ml Wasser und 50 ml Ethylacetat

versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Mutterlauge mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (reines Ethylacetat) gereinigt.

Ausbeute: 1,46 g (55,5 % d. Th)

Smp: 75-78 °C

R<sub>f</sub>: 0,8 (Ethylacetat)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.69 (d, 1H), 6.49 (d, 1H), 6.08 (d, 1H), 5.80 (dd, 1H), 4.49 (b, 1H), 4.21 (m, 2H), 4.08 (m, 2H), 3.75 (s, 3H), 3.68 (m, 1H), 3.32 (m, 2H), 2.23 (d, 1H), 3.00 (d, 1H), 2.28 (d, 1H), 2.07 (td, 1H), 1.93 (t, 1H), 1.58 (d, 1H), 1.18 (t, 3H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 171.4 (s), 147.1 (s), 144.2 (s), 133.6 (s), 130.1 (s), 129.2 (d), 127.8 (d), 121.7 (d), 112.2 (d), 87.7 (d), 60.7 (d), 60.6 (t), 58.0 (t), 56.3 (q), 54.6 (t), 52.5 (t), 48.6 (s), 35.1 (t), 31.9 (t), 15.0 (q);

#### Beispiel 45

2-((4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)acetic acid (Ia  
 Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)

#### Stufe 1

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 4,0 g Kaliumcarbonat und 1,0 ml Bromessigsäureethylester werden in 50 ml Tetrahydrofuran bei Raumtemperatur gerührt. Nach 16 Stunden wird der Niederschlag abgetrennt, das Lösungsmittel unter Vakuum entfernt und der Rückstand mit 100 ml Wasser und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Mutterlauge mit 2x50 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Man erhält 2,8 g schaumartiges Material.

#### Stufe2

1,6 g des aus Stufe 1 erhaltenen Produktes werden in 24 ml Ethanol aufgelöst, mit 3,2 ml 2N Natriumhydroxid-Lösung versetzt und bei Raumtemperatur gerührt. Nach 30 min wird die klare Lösung mit 4,8

g IRA-120 Ionenaustauscher versetzt und noch 10 min weitergerührt. Der Ionenaustauscher wird abfiltriert, das Filtrat im Vakuum eingeengt und der Rückstand aus einer Mischung von Methanol und tert.-Butyl-methylether (MTBE) auskristallisiert.

Ausbeute: 0,8 g weißes Pulver

Smp: 144-161 °C

R<sub>f</sub>: 0,2 (Chloroform:MeOH=6:4)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.69 (d, 1H), 6.49 (d, 1H), 6.08 (d, 1H), 5.80 (dd, 1H), 4.49 (b, 1H), 4.21 (m, 2H), 4.08 (m, 2H), 3.75 (s, 3H), 3.68 (m, 1H), 3.32 (m, 2H), 2.23 (d, 1H), 3.00 (d, 1H), 2.28 (d, 1H), 2.07 (td, 1H), 1.93 (t, 1H), 1.58 (d, 1H), 1.18 (t, 3H);  
<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 171.4 (s), 147.1 (s), 144.2 (s), 133.6 (s), 130.1 (s), 129.2 (d), 127.8 (d), 121.7 (d), 112.2 (d), 87.7 (d), 60.7 (d), 60.6 (t), 58.0 (t), 56.3 (q), 54.6 (t), 52.5 (t), 48.6 (s), 35.1 (t), 31.9 (t), 15.0 (q);

#### Beispiel 46

(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-(2-methyl-prop-2-enyl)-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol, Hydrochloride (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 2,02 g Kaliumcarbonat, 1,27 g Kaliumjodid und 0,85 ml 3-Chlor-2-methyl-1-propen werden in 80 ml Aceton bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 4 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und 50 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen wird die organische Phase entsorgt. Die wässrige Phase wird mit 30%-iger Natriumhydroxid-Lösung basisch eingestellt und mit 3x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt. Das erhaltene Öl wird in Ethanol aufgelöst und das Hydrochlorid-Salz mit etherischer HCl ausgefällt.

Ausbeute: 2,38 g (99 % d. Th)

Smp: 233-234 °C

$R_f$ : 0,8 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=89:10:1)

$^1\text{H-NMR}$  (DMSO):  $\delta$  6.88 (d, 1H), 6.70 (d, 1H), 6.17 (d, 1H), 5.93 (d, 1H), 5.39 (d, 1H), 5.20 (d, 1H), 4.62 (m, 2H), 4.28 (m, 1H), 4.12 (b, 1H), 3.95 (b, 1H), 3.81 (s, 3H), 3.62 (m, 3H), 2.29 (d, 1H), 2.10 (d, 2H), 1.93 (d, 3H), 1.58 (d, 1H);  
 $^{13}\text{C-NMR}$  (DMSO):  $\delta$  147.4 (s), 145.8 (s), 136.5 (s), 134.1 (s), 130.9 (d), 126.3 (d), 123.5 (d), 122.6 (s), 112.8 (d), 87.4 (d), 67.9 (t), 64.2 (t), 57.7 (d), 56.6 (t), 56.4 (q), 50.5 (t), 47.6 (s), 31.9 (t), 26.0 (t), 22.2 (q);

#### Beispiel 47

Ethyl-3-((4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)propanoate, Hydrochloride (Ia  $Y_1=\text{OH}$ ,  $Y_2=\text{H}$ ,  $X=\text{H}$ ,  $Z_1=\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2$ )

0,55 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 0,3 ml Acrylsäureethylester werden in 20 ml abs. Ethanol bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 72 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert und das Produkt säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt. Das erhaltene Öl wird in Chloroform aufgelöst und das Hydrochlorid-Salz mit etherischer HCl ausgefällt.

Ausbeute: 0,5 g (60,6 % d. Th)

$R_f$ : 0,6 (Chloroform:MeOH=95:5)

$^1\text{H-NMR}$  (DMSO):  $\delta$  6.88 (d, 1H), 6.70 (d, 1H), 6.17 (d, 1H), 5.93 (d, 1H), 5.39 (d, 1H), 5.20 (d, 1H), 4.62 (m, 2H), 4.28 (m, 1H), 4.12 (b, 1H), 3.95 (b, 1H), 3.81 (s, 3H), 3.62 (m, 3H), 2.29 (d, 1H), 2.10 (d, 2H), 1.93 (d, 3H), 1.58 (d, 1H);  
 $^{13}\text{C-NMR}$  (DMSO):  $\delta$  147.4 (s), 145.8 (s), 136.5 (s), 134.1 (s), 130.9 (d), 126.3 (d), 123.5 (d), 122.6 (s), 112.8 (d), 87.4 (d), 67.9 (t), 64.2 (t), 57.7 (d), 56.6 (t), 56.4 (q), 50.5 (t), 47.6 (s), 31.9 (t), 26.0 (t), 22.2 (q);

#### Beispiel 48

1-[(4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-(4-morpholinyl)ethan-1-on (Ia  $Y_1=\text{OH}$ ,  $Y_2=\text{H}$ ,  $X=\text{H}$ ,  $Z_1=\text{C}_8\text{H}_{14}\text{N}_3\text{O}$ )

50

3,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 1,86 ml Triethylamin und 0,9 ml Chroracetylchlorid werden in 150 ml Tetrahydrofuran bei 0 °C gerührt. Nach 10 min wird die Reaktionsmischung mit 3,0 g Kaliumcarbonat und 1,2 ml Morpholin versetzt und bei 90 °C weitergerührt. Nach 60 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand mit 50 ml Wasser und 50 ml Chloroform versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x30 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt.

Ausbeute: 2,5 g (56,8 % d. Th)

Smp: 92-101 °C

R<sub>f</sub>: 0,45 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.67 (m, 2H), 6.01 (m, 2H), 4.99 (d, 1H), 4.63 (d, 1H), 4.55 (b, 1H), 4.37 (d, 1H), 4.12 (b, 1H), 3.82 (s, 3H), 3.67 (m, 4H), 3.25 (d, 1H), 3.14 (m, 2H), 3.00 (d, 1H), 2.48 (m, 4H), 2.01 (dd, 1H), 1.88 (t, 1H), 1.75 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 169.2 (s), 147.3 (s), 145.0 (s), 132.9 (s), 128.9 (s), 128.8 (d), 126.8 (d), 122.4 (d), 111.7 (d), 88.7 (d), 67.1 (2t), 62.1 (d), 56.3 (q), 54.1 (2t), 52.7 (t), 48.7 (s), 45.5 (t), 38.9 (t), 36.1 (t), 30.3 (t);

#### Beispiel 49

1-[(4aS,6R,8aS)-6-Hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-(diethylamino)ethan-1-on (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>NO)

3,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 1,86 ml Triethylamin und 0,9 ml Chroracetylchlorid werden in 150 ml Tetrahydrofuran bei 0 °C gerührt. Nach 10 min wird die Reaktionsmischung mit 3,0 g Kaliumcarbonat und 0,75 ml Diethylamin versetzt und bei 90 °C weitergerührt. Nach 24 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand mit 50 ml Wasser und 50 ml Chloroform versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Phase mit 2x30 ml Chloroform extrahiert. Die vereinigten

organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 2,0 g (48,5 % d. Th)

Smp: 114-126 °C

R<sub>f</sub>: 0,45 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.68 (m, 2H), 6.01 (m, 2H), 5.19 (d, 1H), 4.60 (m, 1H), 4.33 (d, 1H), 4.09 (b, 1H), 3.78 (s, 3H), 3.37 (d, 1H), 3.21 (m, 1H), 2.95 (d, 1H), 2.64 (m, 3H), 2.49 (m, 3H), 2.03 (dd, 1H), 1.92 (t, 1H), 1.75 (d, 1H), 1.01 (m, 6H);  
<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 170.8 (s), 147.2 (s), 145.0 (s), 132.9 (s), 129.1 (s), 128.6 (d), 126.9 (d), 121.0 (d), 111.7 (d), 88.7 (d), 62.3 (d), 56.3 (t), 56.2 (q), 52.4 (t), 48.7 (2t), 47.8 (s), 38.9 (t), 36.1 (t), 30.3 (t), 12.0 (2q);

### Beispiel 50

(4aS,6R,8aS)-4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-3-methoxy-11-[3-(1-piperidinyl)butyl]-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazépin-6-ol, (+) Di-O-p-toluoyl tartrate, (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>9</sub>H<sub>18</sub>N)

#### Stufe 1:

4,1 g 4-Brombutansäurepiperidinamid (17,5 mmol) werden in 100 ml Acetonitril gelöst. Zu dieser Lösung werden 3,8 g (-) Norgalanthamin Hydrochlorid, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 9,7g Kaliumcarbonat zugegeben und 30 Stunden bei 80°C gerührt. Nach dem Abfiltrieren des Kaliumcarbonats wird das Lösungsmittel abdestilliert und der Rückstand in 100 ml Toluol und 100 ml 1n HCl aufgenommen. Die wässrige Phase wird mit 30%iger Natriumhydroxid-Lösung basisch eingestellt und 3x mit je 40 ml Ethylacetat ausgeschüttelt. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und eingedampft. Die erhaltenen 4,4 g an braunem Öl werden an 200 g Kieselgel mit dem Laufmittel Chloroform: Methanol= 98:2 säulenchromatographisch gereinigt.

Ausbeute: 1,6 g (30 % d. Th.)

## Stufe 2:

3,6 g Stufe 1 werden in 50ml Tetrahydrofuran gelöst, auf 0°C gekühlt und 705 mg Lithiumaluminiumhydrid in Portionen während 20 Minuten zugegeben. Nach beendeter Zugabe wird auf Raumtemperatur erwärmt und 1,5 Stunden gerührt. Die Reaktion wird tropfenweise mit Wasser gequencht, der entstandene Niederschlag abfiltriert und mit 10ml Tetrahydrofuran gewaschen. Nach dem Trocknen der Lösung mit Natriumsulfat wird diese filtriert und das Lösungsmittel abgezogen. Die erhaltenen 3,4 g werden an 200 g Kieselgel mit dem Laufmittel Chloroform:Methanol:Ammoniak-Lösung=90:9:1 gesäult. Die erhaltenen 2,4 g werden in 80 ml Ethylacetat gelöst und mit 2,5 g (+)-Di-p-toluyl-D-Weinsäure in 30ml Ethylacetat gefällt, filtriert und mit 10 ml Ethylacetat gewaschen.

Ausbeute: 4,4 g (78,7 % d. Th.) farblose Kristalle

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.67 (d, 1H), 6.61 (d, 1H), 6.12 (d, 1H), 6.01 (dd, 1H), 4.63 (m, 1H), 4.15 (m, 2H), 3.88 (s, 3H), 3.82 (d, 1H), 3.35 (d, 1H), 3.18 (d, 1H), 2.70 (dd, 1H), 2.49 (m, 4H), 2.31 (m, 4H), 2.02 (m, 4H), 1.71 (m, 4H), 1.49 (m, 5H);  
<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 146.1 (s), 144.4 (s), 133.5 (s), 129.9 (s), 127.9 (d), 127.4 (d), 122.4 (d), 111.5 (d), 89.1 (d), 66.1 (t), 62.5 (d), 59.7 (t), 58.3 (t), 56.2 (q), 54.9 (2t), 51.9 (t), 48.8 (s), 33.4 (t), 30.3 (t), 26.3 (2t), 26.0 (t), 25.1 (t), 24.9 (t);

**Beispiel 51**

3-((4aS,6R,8aS)-1-bromo-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl)propanenitrile  
(Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>N)

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 2,0 g CaCl<sub>2</sub> und 0,5 ml Acrylnitril werden in 200 ml Ethanol bei Siedetemperatur gerührt. Nach 8 Stunden wird das Lösungsmittel abdestilliert, der Rückstand in 500 ml 2 N HCl aufgenommen und mit 3x200 ml Ethylacetat extrahiert. Die wässrige Mutterlauge wird mit 25%-iger Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x 200 ml Methylenechlorid extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=9:1) gereinigt.

Ausbeute: 1,7 g (62 % d. Th)

Smp: 69–72 °C

R<sub>f</sub>: 0,45 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.67 (d, 1H), 6.60 (d, 1H), 6.06 (d, 1H), 5.98 (dd, 1H), 4.69 (b, 1H), 4.21 (d, 1H), 4.10 (m, 1H), 3.82 (s, 3H), 3.79 (d, 1H), 3.45 (t, 1H), 3.27 (d, 1H), 2.80 (m, 2H), 2.67 (dd, 1H), 2.43 (m, 2H), 1.99 (m, 2H), 1.59 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 146.5 (s), 144.8 (s), 133.4 (s), 129.0 (s), 128.3 (d), 126.9 (d), 122.4 (d), 119.3 (s), 111.7 (d), 89.0 (d), 62.3 (d), 57.4 (t), 56.3 (q), 52.1 (t), 48.9 (s), 47.0 (t), 33.5 (t), 30.4 (t), 17.2 (t);

### Beispiel 52

(4aS,6R,8aS)-11-((3-dimethylamino)propyl)-3-methoxy-5,6,9,10,11,12-hexahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>N)

3,0 g (–)-Norgalanthamin HCl, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 5,0 g Kaliumcarbonat und 2,1 g 3-Dimethylaminopropylchlorid HCl werden in 70 ml Acetonitril bei Siedetemperatur gerührt. Nach 28 Stunden wird der Niederschlag abfiltriert und das Lösungsmittel im Vakuum entfernt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=9:1) gereinigt.

Ausbeute: 2,35 g (59,8 % d. Th) braunes Öl

R<sub>f</sub>: 0,35 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 6.67 (d, 1H), 6.60 (d, 1H), 6.11 (d, 1H), 5.94 (dd, 1H), 4.59 (b, 1H), 4.13 (m, 2H), 3.82 (s, 3H), 3.78 (d, 1H), 3.21 (m, 1H), 2.52 (m, 2H), 2.29 (m, 1H), 2.05 (d, 1H), 2.65 (m, 2H), 1.51 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 146.3 (s), 144.2 (s), 133.5 (s), 129.8 (s), 128.0 (d), 127.5 (d), 122.2 (d), 111.6 (d), 88.7 (d), 61.9 (d), 58.0 (t), 57.8 (t), 56.2 (q), 52.0 (t), 50.0 (t), 48.7 (s), 45.7 (2q), 33.4 (t), 30.7 (t), 25.8 (t);

### Beispiel 53

(4aS,6R,8aS)-N11-cyclohexyl-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-carbonoc acid isopropylamide (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>7</sub>H<sub>12</sub>NO)

2,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 0,92 g Cyclohexylisocyanat werden in 100 ml Toluol aufgelöst und bei Siedetemperatur gerührt. Nach 5 Stunden wird das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert, und der Rückstand mit 200 ml 2 N HCl und 100 ml Diethylether versetzt. Nach dem Abtrennen der organischen Phase wird die wässrige Mutterlauge mit 25 %-iger Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und das Lösungsmittel wird unter Vakuum abdestilliert. Der Rückstand wird aus Ethanol kristallisiert.

Ausbeute: 1,97 g (67,5 % d. Th)

Smp: 168-170

R<sub>f</sub>: 0,6 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.69 (d, 1H), 6.62 (d, 1H), 5.95 (m, 2H), 4.57 (b, 1H), 4.46 (d, 1H), 4.31 (d, 2H), 4.12 (b, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.41 (m, 1H), 3.32 (t, 1H), 2.63 (d, 1H), 2.03 (dd, 1H), 1.91 (d, 2H), 1.70 (d, 2H), 1.55 (m, 2H), 1.25 (m, 2H), 1.09 (m, 2H), 0.95 (m, 2H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 156.9 (s), 147.3 (s), 145.0 (s), 132.9 (s), 129.6 (s), 128.4 (d), 126.9 (d), 120.7 (d), 111.5 (d), 88.8 (d), 62.2 (d), 56.3 (q), 52.0 (t), 49.6 (d), 48.9 (t), 46.0 (s), 36.9 (t), 34.2 (t), 33.9 (t), 30.2 (t), 26.0 (t), 25.2 (t), 25.1 (t);

#### Beispiel 54

1-[(4aS,6R,8aS)-6-hydroxy-3-methoxy-5,6,9,10-tetrahydro-4aH-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-11(12H)-yl]-2-chlorethan-1-on  
(Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=H, Z<sub>1</sub>=C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>ClO)

Eine Lösung von 3,0 g (-)-Norgalanthamin, welches gemäß der WO-A-01/74820 hergestellt wurde, sowie 1,9 ml Triethylamin in 150 ml Tetrahydrofuran wird bei 0 °C mit 0,93 ml Chloracetylchlorid versetzt. Nach 10 min wird das Lösungsmittel im Vakuum entfernt, der Rückstand mit 100 ml Wasser, 10 ml 2 N Salzsäure versetzt und mit 3x 30 ml Diethylether exrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und das Lösungsmittel wird unter Vakuum abdestilliert.

Ausbeute: 1,42 g (37,1 % d. Th)

Smp: 88-90 °C

R<sub>f</sub>: 0,8 (Chloroform:MeOH=9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 6.73 (m, 2H), 6.02 (m, 2H), 4.69 (d, 1H), 4.65 (d, 1H), 4.52 (d, 1H), 4.19 (d, 1H), 4.09 (m, 2H), 3.95 (d, 1H), 3.85 (s, 3H), 3.30 (t, 1H), 2.73 (d, 1H), 2.09 (dd, 1H), 1.91 (d, 1H), 1.71 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>): δ 166.5 (s), 147.5 (s), 145.5 (s), 132.8 (s), 129.0 (s), 128.2 (d), 126.5 (d), 122.6 (d), 111.7 (d), 88.8 (d), 62.2 (d), 56.4 (q), 53.4 (t), 48.7 (d), 46.0 (s), 41.9 (t), 35.9 (t), 30.2 (t);

### Beispiel 55

(4aR,6S,8aR)-6-Hydroxy-3-methoxy-11-methyl-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepinium Bromide

Eine Lösung von 2,0 g (+)-Galanthamin, hergestell nach Kametani, Heterocycles 4, 1111, 1976, in 20 ml Chloroform wird intensiv gerührt und mit einer Lösung von 1,26 g N-Bromsuccinimid in 20 ml Chloroform tropfenweise bei Raumtemperatur versetzt. Nach einer Stunde wird der gebildete Niederschlag abgetrennt, mit Chloroform gewaschen und im Vakuumtrockenschrank bei 50 °C getrocknet. Das Produkt wird aus Ethanol umkristallisiert.

Ausbeute: 2,28 g (90,2 % d. Th)

Smp: 223-229 °C

R<sub>f</sub>: 0,2 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 9.15 (s, 1H), 7.57 (d, 1H), 7.20 (d, 1H), 5.89 (dd, 1H), 5.72 (d, 1H), 4.67 (b, 1H), 4.61 (d, 1H), 4.13 (m, 3H), 3.95 (s, 3H), 3.80 (s, 3H), 2.35 (d, 1H), 2.15 (m, 2H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 167.3 (d), 151.3 (s), 146.2 (s), 136.9 (s), 133.0 (d), 129.8 (d), 126.4 (d), 115.0 (s), 112.9 (d), 86.9 (d), 58.9 (d), 56.4 (q), 54.0 (t), 51.5 (t), 45.9 (q), 40.7 (t), 31.1 (t), 29.7 (t);

### Beispiel 56

(4aR, 6R, 8aR)-6-Hydroxy-3-methoxy-11-methyl-4a,5,9,10-tetrahydro-6H-benzofuro[3a, 3, 2-ef][2]benzazepinium Bromide

Zu einer intensiv gerührten Lösung von 2,0 g (+)-EpiGalanthamin, hergestellt nach J. Chem. Soc. 806, 1962, in 80 ml Chloroform werden 1,35 g N-Bromsuccinimid bei Raumtemperatur zudosiert. Nach einer Stunde wird der gebildete Niederschlag abgetrennt, mit Chloroform gewaschen und im Vakuumtrockenschrank bei 50 °C getrocknet. Das Produkt wird aus Ethanol umkristallisiert.

Ausbeute: 2,09 g (82,7 % d. Th)

Smp: 236-244 °C

R<sub>f</sub>: 0,2 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO): δ 9,15 (s, 1H), 7.58 (d, 1H), 7.20 (d, 1H), 5.85 (dd, 1H), 5.74 (d, 1H), 5.15 (d, 1H), 4.79 (b, 1H), 4.30 (m, 1H), 4.13 (m, 2H), 3.93 (s, 3H), 3.80 (s, 3H), 2.55 (d, 1H), 2.20 (m, 1H), 1.73 (dt, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (DMSO): δ 168.1 (d), 152.1 (s), 147.3 (s), 138.1 (s), 135.4 (d), 133.9 (d), 126.9 (d), 116.0 (s), 113.9 (d), 88.9 (d), 61.7 (d), 57.3 (q), 55.1 (t), 52.3 (t), 47.1 (q), 41.0 (t), 32.3 (t), 31.7 (t);

### Beispiel 57

4aS,6R,8aS)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-11-(2-(morpholin-4-yl)-ethyl)-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ia, Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>= C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>NO)

2,0 g (-)-BromNorgalanthamin (Ia Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=H), 2,35 g Kaliumcarbonat und 1,11 g N-(2-Chlorethyl)-morpholin Hydrochlorid werden in 30 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 48 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 200 ml 2N HCl und 40 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen wird die organische Phase entsorgt. Die wässrige Phase wird mit Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und mit 3x40 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und im Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=95:5) gereinigt.

Ausbeute: 1,39 g (53 % d. Th), weißer Schaum

R<sub>f</sub>: 0,2 (Chloroform:MeOH:Ammoniak-Lösung=90:9:1)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO):  $\delta$  6.91 (s, 1H), 6.15 (d, 1H), 6.03 (dd, 1H), 4.51 (b, 1H), 4.41 (d, 1H), 4.16 (b, 1H), 4.05 (d, 1H), 3.85 (s, 3H), 3.71 (t, 4H), 3.39 (t, 1H), 3.15 (d, 1H), 2.69 (m, 3H), 2.51 (m, 5H), 2.03 (m, 3H), 1.55 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  145.9 (s), 144.7 (s), 134.6 (s), 128.5 (d), 128.4 (s), 127.4 (d), 116.3 (d), 114.9 (s), 89.2 (d), 67.3 (2t), 62.3 (d), 57.3 (2t), 56.6 (q), 56.6 (t), 54.6 (2t), 52.6 (t), 49.4 (t), 33.6 (t), 30.2 (t);

### Beispiel 58

(4aR,6R,8aRS)-1-Bromo-4a,5,9,10,11,12-hexahydro-11-(2-(morpholin-4-yl)-ethyl)-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepin-6-ol (Ib, Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>= C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>NO)

3,0 g (+)-BromNorgalanthamin (Ib Y<sub>1</sub>=OH, Y<sub>2</sub>=H, X=Br, Z<sub>1</sub>=H), 4,8 g Kaliumcarbonat und 1,47 g N-(2-Chlorethyl)-morpholin Hydrochlorid werden in 30 ml Acetonitril bei Rückflusstemperatur gerührt. Nach 22 Stunden wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, das Lösungsmittel im Vakuum abdestilliert und der Rückstand mit 100 ml Wasser und 40 ml Ethylacetat versetzt. Nach dem Abtrennen wird die wässrige Phase mit 3x40 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Laufmittel 96 % Ethanol) gereinigt.

Ausbeute: 1,9 g (48 % d. Th)

Smp 58-64 °C

R<sub>f</sub>: 0,2 (96 % Ethanol)

<sup>1</sup>H-NMR (DMSO):  $\delta$  6.99 (s, 1H), 6.12 (d, 1H), 5.82 (dd, 1H), 4.55 (b, 1H), 4.37 (b, 1H), 4.20 (d, 1H), 4.05 (m, 2H), 3.79 (s, 3H), 3.51 (m, 4H), 3.32 (d, 1H), 3.28 (d, 1H), 2.99 (d, 1H), 2.51 (m, 2H), 2.35 (m, 4H), 2.25 (d, 1H), 2.00 (m, 2H), 1.49 (d, 1H);

<sup>13</sup>C-NMR (CDCl<sub>3</sub>):  $\delta$  146.9 (s), 144.6 (s), 134.9 (s), 129.6 (d), 128.7 (s), 127.4 (d), 116.3 (d), 113.3 (s), 87.8 (d), 67.1 (2t), 60.5 (d), 57.1 (2t), 56.7 (q), 55.9 (t), 54.5 (2t), 52.2 (t), 49.4 (t), 34.0 (t), 31.7 (t);

### Beispiel 59

(4aS,8aS)- $\Delta^{5,6}$ -4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-11-methyl-3-methoxy-6-phenyl-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine (Ic,  $Y_3$ =Phenyl,  $X=H$ ,  $Z_2=CH_3$ )

Zu einer Mischung von 1,16 g Magnesium in 15 ml Tetrahydrofuran werden 3,35 ml Brombenzol getropft. Das entstandene Reaktionsgemisch wird eine Stunde intensiv gerührt, mit einer Lösung von 3,0 g (-) Narwedin, hergestellt gemäß EP-A-0787115, in 50 ml Tetrahydrofuran versetzt und weiter gerührt. Nach 2 Stunden werden 60 ml Wasser und 40 ml 2N HCl zur Reaktionsmischung getropft und die entstandene Suspension wird bei 60 °C gerührt. Nach 50 min wird die Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, der pH-Wert mit Ammoniak-Lösung auf 9 eingestellt und mit 3x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=99:1) gereinigt.

Ausbeute: 1,8 g (49 % d. Th), farbloser Schaum

$R_f$ : 0,35 (Chloroform:MeOH=99:1)

$^1H$ -NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  7.50 (d, 2H), 7.39 (m, 3H), 6.65 (b, 2H), 6.42 (d, 1H), 6.33 (m, 2H), 5.00 (d, 1H), 4.28 (d, 1H), 3.89 (s, 3H), 3.75 (d, 1H), 3.51 (t, 1H), 3.09 (d, 1H), 2.41 (s, 3H), 2.13 (dt, 1H), 1.79 (dd, 1H);

$^{13}C$ -NMR ( $CDCl_3$ ):  $\delta$  148.2 (s), 144.3 (s), 139.8 (s), 139.5 (s), 131.6 (s), 131.2 (d), 130.0 (s), 129.0 (2d), 128.6 (d), 126.6 (2d), 123.2 (d), 122.2 (d), 116.1 (d), 110.7 (d), 86.5 (d), 60.8 (t), 56.2 (q), 54.5 (t), 48.7 (t), 42.2 (q), 35.4 (t);

### Beispiel 60

(4aS,8aS)- $\Delta^{5,6}$ -4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-6,11-dimethyl-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine (Ic,  $Y_3=CH_3$ ,  $X=H$ ,  $Z_2=CH_3$ )

Eine Lösung von 2,04 g (-) Narwedin, hergestellt gemäß EP-A-0787115, in 60 ml Tetrahydrofuran wird mit 10,0 ml Methylmagnesiumbromid in Diethylether tropfenweise versetzt und bei Raumtemperatur gerührt. Nach 45 min werden 60 ml Wasser und 20 ml 2N HCl zur Reaktionsmischung getropft, und die entstandene Suspension wird bei 60 °C gerührt. Nach 50 min wird die

Reaktionsmischung auf Raumtemperatur abgekühlt, der pH-Wert mit Ammoniak-Lösung auf 9 eingestellt und mit 3x100 ml Ethylacetat extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden über Natriumsulfat getrocknet, filtriert und unter Vakuum eingeengt. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=98:2) gereinigt.

Ausbeute: 2,18 g (72 % d. Th), farbloser Schaum

$R_f$ : 0,5 (Chloroform:MeOH=99:1)

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  6.57 (m, 2H), 6.01 (d, 1H), 5.87 (d, 1H), 5.69 (m, 1H), 4.80 (d, 1H), 4.15 (d, 1H), 3.80 (s, 3H), 3.68 (d, 1H), 3.34 (t, 1H), 3.01 (d, 1H), 2.41 (s, 3H), 2.09 (dt, 1H), 1.91 (s, 3H), 1.71 (dd, 1H);

$^{13}\text{C-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  148.2 (s), 144.2 (s), 136.6 (s), 131.8 (s), 130.2 (s), 130.0 (d), 125.2 (d), 121.9 (d), 115.3 (d), 110.5 (d), 88.9 (d), 60.8 (t), 56.2 (q), 54.6 (t), 48.5 (t), 42.4 (q), 35.4 (t), 22.2 (q);

### Beispiel 61

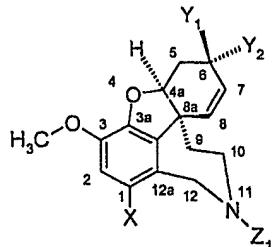
(4aS,8aS)- $\Delta^{5,6}$ -4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-6-(isopropyl)-11-methyl-3-methoxy-6H-[1]benzofuro[3a,3,2-ef][2]benzazepine (Ic,  $Y_3$ =Isopropyl,  $X=H$ ,  $Z_2=CH_3$ )

Zu 220 mg Magnesiumspäne in 1.5 ml absolutem Tetrahydrofuran werden unter Stickstoffatmosphäre 0.66 ml 2-Brompropan zugetropft. 15 Minuten nach dem Start der Grignardreaktion wird unter Eiskühlung eine Lösung von 500 mg Narwedin, hergestellt gemäß EP-A-787115, in 12 ml absolutem Tetrahydrofuran zugetropft und bei Raumtemperatur gerührt. Nach 2 Stunden wird das Reaktionsgemisch unter Eis-Kühlung mit 30 ml Wasser hydrolysiert, mit 2 N Salzsäure angesäuert und bei 60°C 30 min gerührt. Anschließend wird die Lösung mit konzentrierter, wässriger Ammoniak-Lösung basisch eingestellt und dreimal mit je 30 ml Essigsäureethylester extrahiert. Die vereinigten organischen Phasen werden einmal mit gesättigter wässriger Natriumchloridlösung gewaschen, über Natriumsulfat getrocknet filtriert und eingedampft. Das Produkt wird säulenchromatographisch (Chloroform:MeOH=97:3) gereinigt.

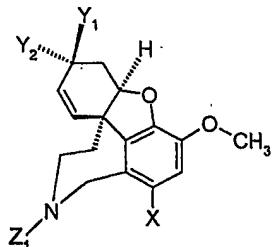
Ausbeute: 399 mg (69 % d. Th), ölige Substanz

## Patentansprüche:

1. Neue Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydro-benzofuro[3a,3,2][2]benzazepin mit der allgemeinen Formel Ia bzw. Ib



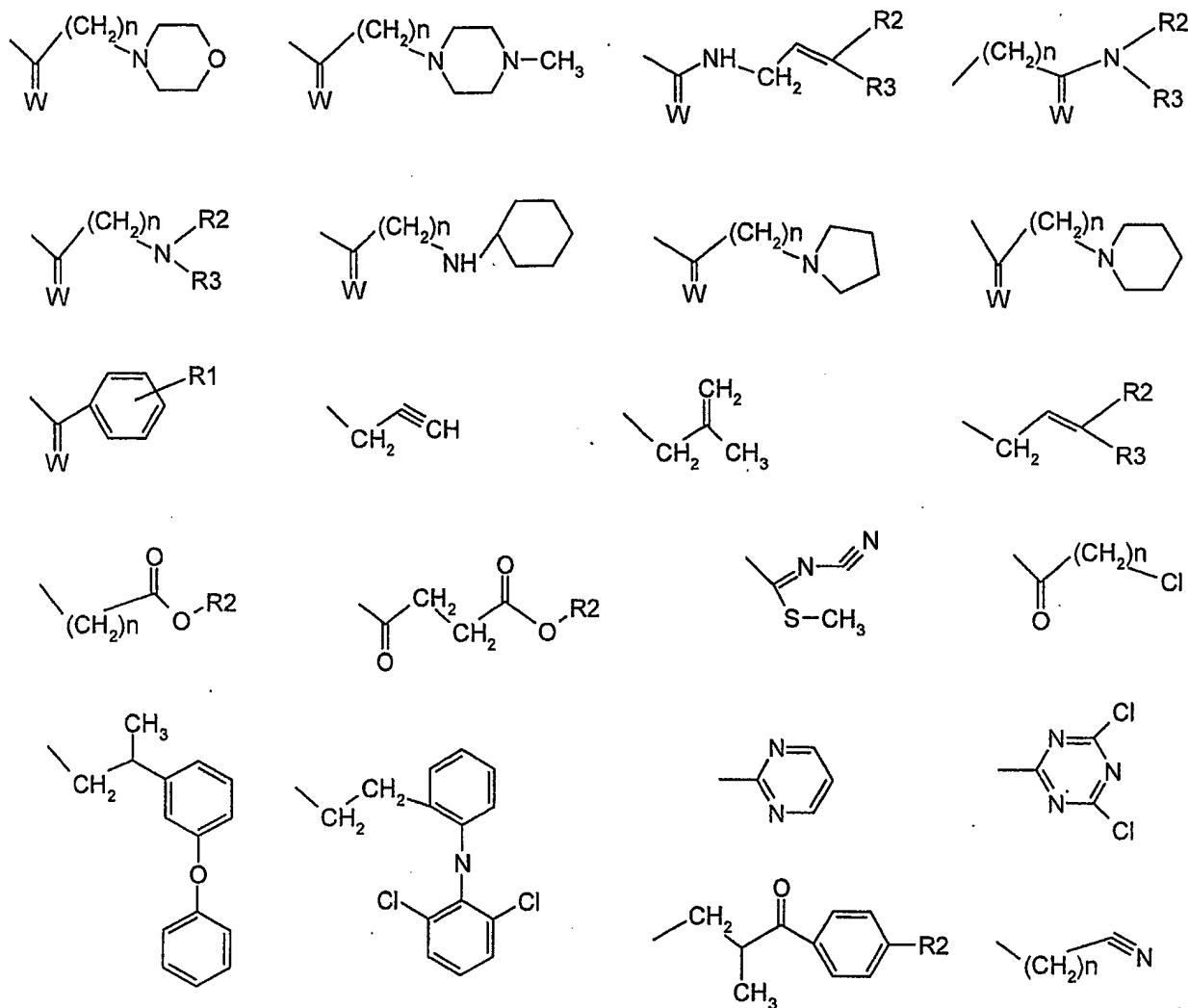
Ia



Ib

und deren Salze, wobei

- Ia optisch aktive (-) Derivate des Galanthamin und Ib optisch aktive (+)-Derivate des Galanthamin sind, die in zu einander spiegelbildlich räumlicher Anordnung vorliegen, und worin
- Y<sub>1</sub> und Y<sub>2</sub> wechselweise H oder OH,
- X = H oder Br sind und
- Z<sub>1</sub> = eine Gruppe mit folgender Formeldarstellung



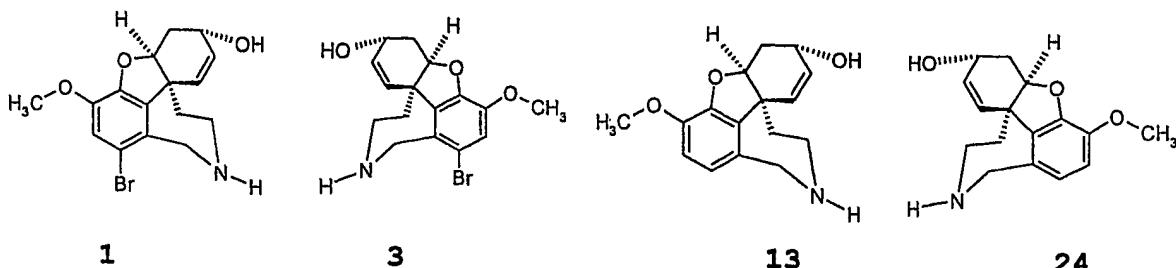
ist, worin

- $R_1 = H, Cl, Br, J, F, OH$ , geradkettiges oder verzweigtes ( $C_1-C_6$ ) alkyl, geradkettiges oder verzweigtes ( $C_1-C_6$ ) alkyloxy,  $NO_2$ ,  $NR_2R_3$ ,
- $R_2 = R_3 = H$ , geradkettiges oder verzweigtes ( $C_1-C_6$ ) alkyl
- $W = H, O, S$
- $n = 0, 1-6$  sind,

und worin

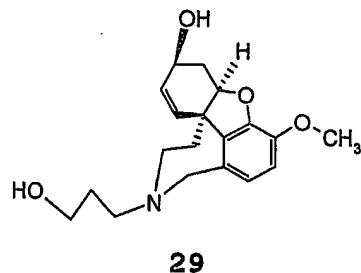
- $Z_1$  gleich  $H$  ausschließlich für die Verbindungen **1**, **3**, **13** und **24**

63



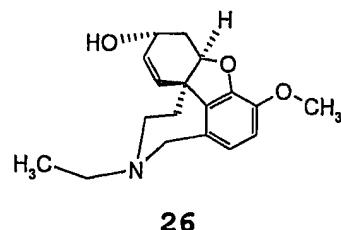
ist, wobei die Verbindungen **1** und **13** (-)-Derivate des 6-Epi-Norgalanthamin und die Verbindungen **3** und **24** (+)-Derivate des 6-Epi-Norgalanthamin sind, und worin

- $Z_1$  ausschließlich für die Verbindung **29** gleich Hydroxypropyl



und

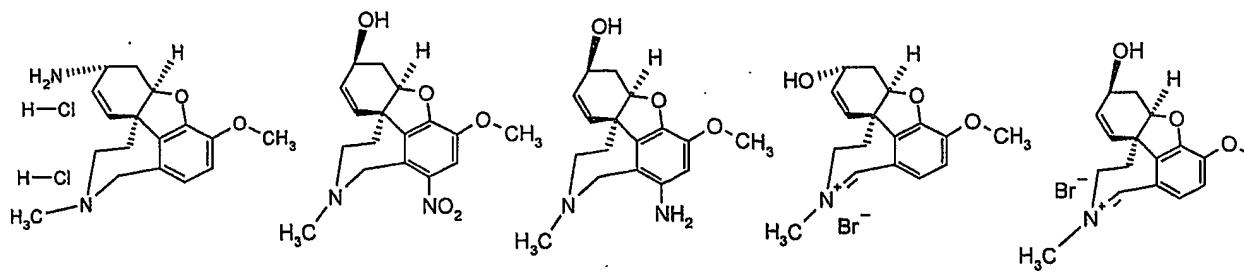
- $Z_1$  ausschließlich für die Verbindung **26** gleich Ethyl



und

- $Z_1$  ausschließlich für folgende Verbindungen

64



28

31 Stufe 1

31 Stufe 2

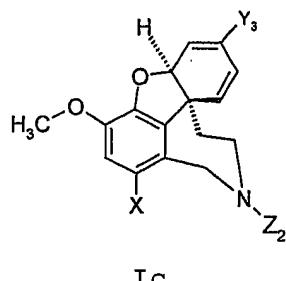
56

55

gleich Methyl ist, und

wobei die Verbindungen **29**, **31** und **55** (+)-Derivate des Galanthamin und die Verbindungen **26**, **28** und **56** (+)-Epi-Derivate des Galanthamin sind.

2. Neue Derivate des 4a,5,9,10,11,12-Hexahydrobenzofuro[3a,3,2][2]benzazepin mit der allgemeinen Formel Ic



Ic

und deren Salze, worin

- X gleich H oder Br,
- Z<sub>2</sub> gleich H, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) alkyl, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>) alkenyl, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>2</sub>-C<sub>7</sub>) alkinyl und
- Y<sub>3</sub> gleich geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) alkyl, phenyl, geradkettiges oder verzweigtes (C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>) alkylphenyl, nitrophenyl, chlorphenyl, bromphenyl, aminophenyl, hydroxyphenyl

ist.

3. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein optisch aktives 11-Norgalanthamin-Derivat mit verdünnter Säure, vorzugsweise mit verdünnter Salzsäure behandelt wird.

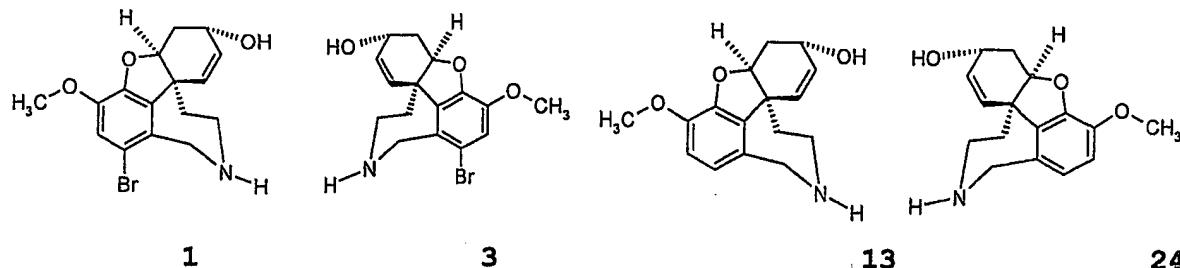
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein optisch aktives 11-Norgalanthamin-Derivat durch Behandlung mit verdünnter Säure in ein 6-Epi-Derivat des Galanthamin umgewandelt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Säurebehandlung die räumliche Anordnung am Kohlenstoffatom 6 verändert wird, wogegen die räumliche Anordnung an den asymmetrischen Kohlenstoffatomen 4a und 8a unverändert bleibt.

6. Verfahren zur Herstellung von Verbindungen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass Alkylierungs- oder Acylierungsreaktionen in einem Lösungsmittel ausgewählt aus der Gruppe Toluol, Acetonitril, Ethanol, Aceton, 2-Butanon, Dimethylformamid oder Chloroform durchgeführt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass durch Alkylierung in einer mehrstufigen Grignard-Reaktion die Verbindungen mit der allgemeinen Formel Ic aus den entsprechenden (-)Narwedin-Bausteinchen hergestellt werden.

8. Verfahren zur Herstellung der Verbindungen **1**, **3**, **13** und **24**



dadurch gekennzeichnet, dass die entsprechenden Ausgangsverbindungen auf Basis von Norgalanthamin in Gegenwart einer Base umgesetzt werden.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass als Base Natriumhydrogencarbonat, Kaliumcarbonat, Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid, Triethylamin oder Pyridin sowie Mischungen daraus eingesetzt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Base in einer Menge zwischen 5 und 20 Gew.% bezogen auf 100 Gew.% Ausgangsprodukt eingesetzt wird.
11. Arzneimittel enthaltend eine oder mehrere Verbindungen Ia, Ib oder Ic als pharmazeutischen Wirkstoff.
12. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der Alzheimer'schen Krankheit und verwandter Demenzzustände.
13. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der Parkinson'schen Krankheit.
14. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der Huntington'schen Krankheit (Chorea).
15. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung von Multipler Sklerose.
16. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der amyotrophen Lateralsklerose.
17. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren

Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung von Epilepsie.

18. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der Folgen eines Schlaganfalls.

19. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der Folgen eines Schädel-Hirn-Traumas.

20. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung und Prophylaxe der Folgen diffusen Sauerstoff- und Nährstoffmangels im Gehirn, wie sie nach Hypoxie, Anoxie, Asphyxie, Herzstillstand, Vergiftungen, nach einer Narkose sowie nach Komplikationen bei schweren Geburten am Säugling beobachtet werden.

21. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die prophylaktische Behandlung apoptotischer Degeneration in Neuronen, die durch lokale Radio- oder Chemotherapie von Gehirntumoren geschädigt wurden bzw. werden.

22. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung der bakteriellen Meningitis.

23. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung von Erkrankungen mit apoptotischer Komponente, besonders im Gefolge von amyloid-assoziierter Zelldegeneration.

24. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung von Diabetes mellitus, insbesondere, wenn die Krankheit mit Amyloiddegeneration der Inselzellen einhergeht.

25. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die Behandlung von postoperativem Delir und/oder subsyndronalem postoperativem Delir.

26. Verwendung einer oder mehrerer Verbindungen Ia, Ib oder Ic in reiner Form oder in Form ihrer pharmazeutisch annehmbaren Säureadditionssalze zum Herstellen eines Arzneimittels für die präventive Behandlung von postoperativem Delir und/oder subsyndronalem post-operativem Delir.